
5ο Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών και Ερευνητριών
στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση
ΤΟΜΟΣ
ΣΥΝΟΨΕΩΝ
Λαιμός, Πρέσπες
10-12 Μαΐου 2024
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΕΝΕΦΕΤ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΥΠΟΨΗΦΙΟΙ ΔΙΔΑΚΤΟΡΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΨΗΦΙΕΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΣΣΕΣ

ΟΜΑΔΑ 1

ΟΜΑΔΑ 2

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΙ ΦΟΙΤΗΤΕΣ/ΤΡΙΕΣ

ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ

Πλήρης βιβλιογραφική αναφορά:

Συγγραφέας, Α.Α. (2025). Τίτλος εργασίας. Στο Α. Σοφιανίδης, Α. Παπανικολάου, Α. Ζουπίδης, Α. Αμπράζης & Π. Παπαδοπούλου (Επιμ.), *Πρακτικά Συνόψεων του 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Νέων Ερευνητών και Ερευνητριών στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σσ. xxx–xxx). Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. https://synedrio2024.enephet.gr/synopsis/

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

ΠΕΜΠΤΗ 9-5-2024

21:00	Άφιξη – Τακτοποίηση στα καταλύματα Δείπνο Hotel Mimallones

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 10-5-2024

9:15-9:30	Έναρξη του συνεδρίου Χαιρετισμοί
9:30-10:00	«Μιλώντας για την Άννα» *Αφιέρωμα στην Άννα Σπύρτου*
10:00-12:00	Παράλληλες συνεδρίες (**Διδακτορικά**)
Μέντορες Αμπράζης Α. Παπανικολάου Α. **Μαλανδράκης Γ.*** **Παπαδοπούλου Π.** Γκιόλμας Α. Πετρίδου Ε. Σοφιανίδης Ά. **Σταμοβλάσης Δ.** **Ψύλλος Δ.**	**ΟΜΑΔΑ 1** (Μιμμαλώνες 1) **Oier Pedrera** (Επ. O. Barrutia; J. R. Díez) Designing and Evaluating the Quality of Teaching-Learning Sequences: A Case Study on Plant Nutrition **Χάρις-Μαρίνα Αντωνάτου** (Επ. Κ. Αθανασίου, Ε. Μαυρικάκη) Μελετώντας τη Σχέση Αποδοχής και Κατανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής σε σχέση με τη Γνώση της Φύσης της Επιστήμης: Η Περίπτωση των Ελλήνων εκπαιδευτικών. **ΟΜΑΔΑ 2** (Μιμμαλώνες 2) **Βασίλειος Γκάγκας** (Επ. Ε. Χατζηκρανιώτης) Μεταβολή των Στάσεων Μαθητών/τριών Λυκείου ως προς τη Φυσική, έπειτα από την Εφαρμογή Εργαστηριακών Δραστηριοτήτων Διερευνητικής Φύσης **Ελένη - Μαρία Βαλκάνου** (Επ. Α Ζουπίδης) Διερευνητική διδασκαλία και μάθηση των θερμικών φαινομένων με έμφαση και στη φύση των διερευνητικών πρακτικών
12:00-12:30	Διάλειμμα – Καφές
12:30-14:30	Παράλληλες συνεδρίες (**Διδακτορικά**)
Μέντορες Βαϊοπούλου Γ. Καλογιαννάκης Μ. **Σκουμιός Μ.** **Τσελφές Β.** **Καριώτογλου Π.** Κουκιόγλου Σ. Μιχαηλίδη Έ. **Μολοχίδης Τ.** Ζουπίδης Α.	**ΟΜΑΔΑ 1** (Μιμμαλώνες 1) **Άννα Αγγελίδου** (Επ. Π. Παπαδοπούλου) Η Συμβολή της Τέχνης στην Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη **Κωνσταντίνα Παπαδοπούλου** (Επ. Π. Παπαδοπούλου) Η Δημιουργική Γραφή ως Εργαλείο Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση **ΟΜΑΔΑ 2** (Μιμμαλώνες 2) **Θεανώ Παπαγιαννοπούλου** (Επ. Γ. Βαϊοπουλου, Δ. Σταμοβλάσης) Στάση και Ετοιμότητα των Εκπαιδευτικών ως προς την Εφαρμογή Προγραμμάτων STEM **Λάζαρος Πελέκας** (Επ. Ε. Χατζηκρανιώτης) Προάγουν οι Παρεμβάσεις σε Θέματα Νανοτεχνολογίας τις Δεξιότητες του 21ου Αιώνα?: Μια Ανασκόπηση της Βιβλιογραφίας
14:30-15:30	Ελαφρύ γεύμα
15:30-16:15	Προσκεκλημένες Ομιλίες *Η εργασία στο πεδίο* **Γιώργος Μαλανδράκης**, Αναπληρωτής Καθηγητής ΠΤΔΕ-ΑΠΘ

16:15-16:45	*Ερμηνεία περιβάλλοντος και δράσεις σε σχολεία στο Εθνικό Πάρκο Πρεσπών* **Τριανταφυλλιά Γκώγκου** Αν. Προϊσταμένη Μονάδας Διαχείρισης Εθνικού Πάρκου Πρεσπών & Προστατευόμενων Περιοχών Δυτικής Μακεδονίας – ΟΦΥΠΕΚΑ
17:00-21:00	Κοινωνικό Πρόγραμμα
21:00	Δείπνο

ΣΑΒΒΑΤΟ 11-5-24

9:00-11:00	Παράλληλες συνεδρίες (**Μεταπτυχιακές διπλωματικές εργασίες**)
Μέντορες **Βαϊοπούλου Γ.** **Μιχαηλίδη Έ.** Μολοχίδης Τ. Πετρίδου Ε. Καριώτογλου Π.	**ΟΜΑΔΑ 1** (Αίθουσα του Δήμου Πρεσπών) **Σοφία Τσιάτσια** (Επ. Μ. Καλογιαννάκης) Η Επίδραση της Παιχνιδοποίησης στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Πειραματική Έρευνα σε μαθητές/τριες της ΣΤ' Δημοτικού στη Μελέτη του Φαινομένου της Σκιάς **Δήμητρα Καπουσίζη** (Επ. Θ. Κοσμάνης) Αποτίμηση Συνεργασίας Μαθητών Β' Γυμνασίου σε Διδασκαλία STEM για τον Πρώτο Νόμο του Νεύτωνα: Δυσκολίες, Προτιμήσεις και Προτάσεις Μαθητών
Μέντορες **Ζουπίδης Τ.** Σταμοβλάσης Δ. **Καλογιαννάκης Μ.** Σοφιανίδης Α. Κουκιόγλου Σ.	**ΟΜΑΔΑ 2** (Μιμμαλώνες 1) **Χρυσάνθη Γίδαρη Γουναρίδου** (Επ. Ι. Λεύκος) Οι Στάσεις των Εκπαιδευτικών ΠΕ04 για τη Χρήση Προσομοιώσεων στην Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών **Εμμανουηλία Τσιριγώτη** (Επ. Α. Μολοχίδης, Ε. Πετρίδου) Σύνθεση Ερωτηματολογίου Αστρονομίας σχετικά με τις Φάσεις και την Έκλειψη της Σελήνης με Ένταξη Πολλαπλών Αναπαραστάσεων **Νικόλαος Βλαχοστέργιος** (Επ. Α. Μολοχίδης) Ανάπτυξη επιχειρηματολογίας της φύσης της επιστήμης σε μια διδακτική παρέμβαση σχετικά με εξωπλανήτες
Μέντορες Αμπράζης Α. **Παπανικολάου Α.** Μαλανδράκης Γ. **Γκιόλμας Α.**	**ΟΜΑΔΑ 3** (Μιμμαλώνες 2) **Πασχάλης Θεοδώρου** (Επ. Π. Παπαδοπούλου) Αντιλήψεις των Εκπαιδευτικών και των Μαθητών της Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης για την Αειφορική Διατροφή. **Ευθυμία Αρβανίτου** (Επ. Ε. Πετρίδου) Αποτίμηση Διδακτικής Σειράς για τα Φαινόμενα Διαβροχής και τη Μοντελοποίηση **Πηγή Δέσποινα Μπαρμπάρη** (Επ. Κ. Στεφανίδου) Μοντελοποίηση στην Εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών: Εκπαιδευτική Αξιοποίηση Οπτικών Μαύρων Κουτιών
11:00-11:30	Διάλειμμα – Καφές
11:30-12:30	Προσκεκλημένη Ομιλία *"Συνεργασία, προκλήσεις και άλλα ... : Σκέψεις σχετικά με την εμπειρία του διδακτορικού από τις δύο πλευρές του γραφείου".* **Δημήτρης Πνευματικός**, Καθηγητής ΠΤΔΕ-ΠΔΜ **Τριανταφυλλιά Γεωργιάδου**, Επίκουρη Καθηγήτρια, Τμήμα Ψυχολογίας, ΠΔΜ
12:30-14:30	Παράλληλες συνεδρίες (**Διδακτορικά**)
Μέντορες Αμπράζης Α. Παπανικολάου Α.	**ΟΜΑΔΑ 1** (Μιμμαλώνες 1) **Μαριάνθη Νάστου** (Επ. Κ. Πλακίτση)

Μαλανδράκης Γ. Παπαδοπούλου Π. **Γκιόλμας Α.** Καριώτογλου Π. Κουκιόγλου Σ. Μιχαηλίδη Έ. **Μολοχίδης Τ.** **Ζουπίδης Α.**	Ανάπτυξη Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων για Έννοιες σχετικές με τις Φυσικές Επιστήμες, το Περιβάλλον και την Αειφορία, στο Πλαίσιο της Πολιτισμικής Ιστορικής Θεωρίας της Δραστηριότητας. **Γεώργιος Κουκούλης** (Επ. Κ. Πλακίτση) Χρήση εργαλείων STEM και Εκπαιδευτικής Ρομποτικής για τη μελέτη εννοιών των Φυσικών Επιστημών και της Αειφορίας στο πλαίσιο της Πολιτισμικής Ιστορικής Θεωρίας της Δραστηριότητας **ΟΜΑΔΑ 2** (Μιμμαλώνες 2) **Θεόδωρος Καραφυλλίδης** (Επ. Μ. Παπαευριπίδου, Ζ. Ζαχαρία) Μπαμπούλας Α.Ι.: Οι φόβοι της εκπαιδευτικής κοινότητας για την ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση **Ελένη Κανελλιά** (Επ. Δ. Σταμοβλάσης) Η εννοιολογική αλλαγή στις Φυσικές Επιστήμες και ο ρόλος δύο γνωσιακών μεταβλητών με γραμμικές και μη γραμμικές αναλύσεις
14:30-15:30	Ελαφρύ γεύμα
15:30-17:00	Ελεύθερος χρόνος – Αλληλεπίδραση συνέδρων
17:00-19:00	Παράλληλες συνεδρίες (**Διδακτορικά**)
Μέντορες **Αμπράζης Α.** **Παπανικολάου Α.** Μαλανδράκης Γ. Γκιόλμας Α. **Βαϊοπούλου Γ.** Καλογιαννάκης Μ. Σκουμιός Μ. **Τσελφές Β.**	**ΟΜΑΔΑ 1** (Μιμμαλώνες 1) **Ειρήνη Ζαχαρούλα Ανδρεάκου** (Επ. Π. Παπαδοπούλου Ανάπτυξη, Εφαρμογή και Αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για τη Σημασία της Νανοτεχνολογίας στις Ιατρικές – Βιολογικές επιστήμες σε μαθητές Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης **Σεβαστή Τσαγγάρη** (Επ. Μ. Σκουμιός) Εξετάζοντας την εμπλοκή των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής στο σχολικό εγχειρίδιο Βιολογίας της Α΄ Λυκείου για την αναπαραγωγή στον άνθρωπο **ΟΜΑΔΑ 2** (Μιμμαλώνες 2) **Μαρίνα Τσαουσίδη** (Επ.Α. Μολοχίδης) Σχεδίαση & ανάπτυξη διδακτικής μαθησιακής ακολουθίας για την καλλιέργεια δεξιοτήτων κατανόησης γραφικών παραστάσεων **Μαρία Ιωαννίδου** (Επ. Α. Μολοχίδης) Σχεδιασμός και πιλοτική εφαρμογή μίας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας στην γνωστική περιοχή της Εξέλιξης των Αστέρων
20:00-21:00	Δείπνο
	Πανηγύρι στον Άγιο Γερμανό

ΚΥΡΙΑΚΗ 12-5-2024

9:00-11:00	Παράλληλες συνεδρίες (**Διδακτορικά & Μεταπτυχιακές διπλωματικές εργασίες**)
Μέντορες Βαϊοπούλου Γ. **Κουκιόγλου Σ** Τσελφές Β. **Παπαδοπούλου Π.**	**ΟΜΑΔΑ 1** (Μιμμαλώνες 1) **Ελένη Μποτζάκη** (Επ. Δ. Σταύρου) Αξιολόγηση ικανοτήτων Κλιματικής Αλλαγής από μελλοντικούς/ές εκπαιδευτικούς Α/θμιας εκπαίδευσης **Κυριακή Βάκκου** (Επ. Τ. Χοβαρδάς, Ζ, Ζαχαρία) Αξιοποίηση των Makerspaces στην Εκπαίδευση: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση **ΟΜΑΔΑ 2** (Μιμμαλώνες 2) **Ιωάννης Καλαντζής** (Επ. Α. Ζουπίδης)

Πετρίδου Ε. **Σοφιανίδης Ά.** Σταμοβλάσης Δ. Ψύλλος Δ.	Διδασκαλία της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών στο Μάθημα της Φυσικής στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με την χρήση προβλήματος ανοιχτού τύπου **Μαρία Γείτονα** (επ. Δ. Ψύλλος) Μελέτη της παιδαγωγικής αξιοποίησης των Smartphones μέσω Διερεύνησης στη Διδασκαλία εννοιών Φυσικής στο Δημοτικό **Αναστασία Οικονόμου** (Επ. Γ. Πέικος) Εφαρμογή και Αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για το Περιεχόμενο της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας σε Μαθητές/μαθήτριες Δημοτικού Σχολείου.
11:00-11:30	Διάλειμμα – Καφές
11:30-12:00	Αξιολόγηση **ΛΗΞΗ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ** Αναχώρηση συνέδρων

* Οι μέντορες με τα ονόματά τους σε αδρή γραφή είναι οι συντονιστές/συντονίστριες της συνεδρίας.

ΥΠΟΨΗΦΙΟΙ ΔΙΔΑΚΤΟΡΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΨΗΦΙΕΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΣΣΕΣ

ΟΜΑΔΑ 1

Designing and Evaluating the Quality of Teaching-Learning Sequences: A Case Study on Plant Nutrition

Oier Perdera, Oihana Barrutia; José Ramón Díez
Faculty of Education in Bilbao, University of the Basque Country

Abstract

Designing Teaching-Learning Sequences (TLSs) and evaluating their quality has recently been described as a compelling research endeavour to bridge the gap between theory and practice on science education. Thus, this work has a dual objective. First, it describes how different design and evaluation tools can be operationalised in order to ascertain whether a TLS (in this case on plant nutrition) is of quality according to three criteria: validity, practicality and effectiveness. Second, this study conducted within the Design-Based Research (DBR) framework aims to identify and discuss how plant nutrition could be more effectively taught and learnt.

Keywords: design-based research, evaluation, teaching-learning sequence, plant nutrition

1. Introduction

The ever-growing gap between educational practices and theoretical knowledge is one of the greatest concerns in science education (Nuthall, 2004). Consequently, the amount of interventionist research aimed at designing and/or validating Teaching-Learning Sequences (hereinafter, TLS) has increased recently (Méheut & Psillos, 2004; Tinoca et al., 2022).

One of the methodological frameworks that has been proposed to leverage the pragmatic nature of TLSs and their potential to build bridges between theory and practice using iterative cycles of design, implementation and evaluation is the Design-Based Research (DBR) (Easterday et al., 2014; Guisasola et al., 2017; Psillos & Kariotoglou, 2016). However, although systematically evaluating the quality of TLSs is key for this, design-oriented articles often overlook details regarding the assessment methodology or the criteria that have been considered to ascertain it (Guisasola et al., 2017; Plomp & Nieveen, 2013). In fact, literature warns that “quality” is an oversimplified term (Plomp & Nieveen, 2013), and that many publications do not explicitly link how evaluation guides design decisions (Guisasola et al., 2017; Psillos & Kariotoglou, 2016).

The lack of explicit information regarding these aspects precludes reproduction, generalisation and the empirical assertion of the quality of the TLS, which hinders its subsequent improvement (Guisasola et al., 2017; Plomp & Nieveen, 2013). Therefore, the objective of this work, is to explicitly detail how different design and evaluation tools have been operationalised in order to construct and assess the quality of a TLS on plant nutrition. Indeed, since the Scientific Model of Plant Nutrition (SMPN) is paradigmatically known for its relevance, teaching-learning difficulty, and theory-practice gap (Pedrera et al., 2024), this study has the double aim of: 1) describing how this evaluation framework can be used to design, redesign and evaluate the quality of a TLS; and 2) discussing the findings it draws regarding how could the topic be effectively taught and learnt.

2. Methodology

From an educational perspective, there is a consensus that quality of a TLS is dependent on three criteria (Plomp & Nieveen, 2013):

a) *Validity*. The TLS needs to be grounded on state-of-the-art scientific knowledge (i.e. be relevant) and be logically designed (i.e. be consistent).

b) *Practicality*. It must be adequate to be used in the context for which it has been designed.

c) *Effectiveness*. It ought to facilitate students achieve the desired learning outcomes.

In order to assess whether the designed TLS suffices these criteria this study employed different design and evaluation tools in each of the DBR phases along two iterations (Guisasola et al., 2017; Psillos & Kariotoglou, 2016) (Figure 1).

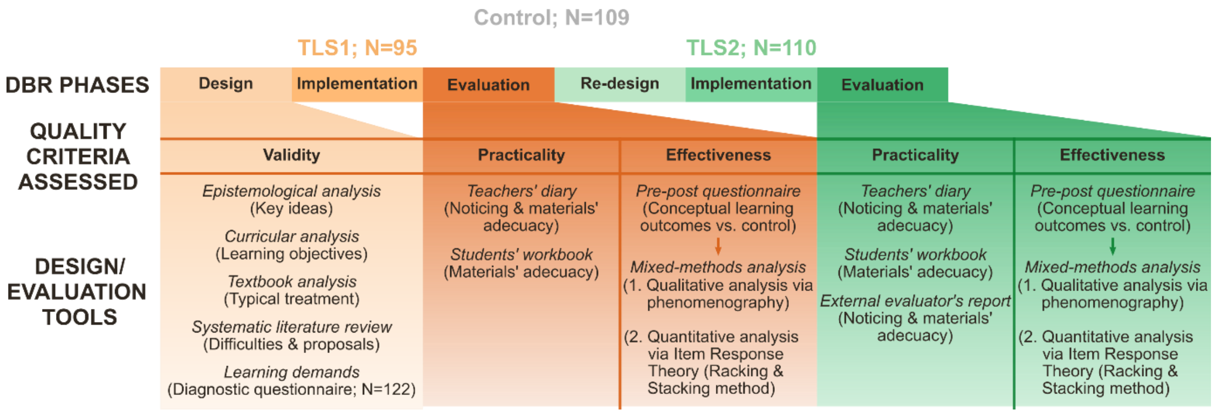


Figure 1. Evaluation tools (and their aim) for each of the quality criteria and DBR phases.

Validity was mainly addressed during the design phase of the first iteration (TLS1) by analysing the context (i.e. 16-17 y.o. from the Basque Country), defining the learning objectives, determining its specific necessities and reviewing the scientific literature on the teaching-learning difficulties and proposals of the SMPN (Figure 1).

The practicality criterion was checked after each of the iterations by qualitatively analysing the evaluation tools of teachers' diary, students' workbook and, in the case of TLS2, external evaluator's report, which consisted on a rubric for classroom observation aimed at verifying the activities were implemented as originally intended (cf. Guisasola et al., 2017). On the one hand, these analysed the adequateness of the design and materials to implement the TLS. On the other hand, they were used to identify issues with the materials or unforeseen problems teachers noticed.

Finally, the effectiveness criterion was also evaluated after each iteration by means of pre-post questionnaires. Students' responses to these questionnaires (TLS1 N=95; TLS2 N=110) were analysed using a mixed-methods approach and their results were compared to the ones of a control group that employed direct instruction and textbooks (N=109). First, responses were qualitatively analysed using phenomenography. Second, the phenomenographic results were quantitatively analysed employing Item Response Theory: 1) by "stacking" the data to observe the individual pre-post change by cohort group; and, 2) by "racking" the data to analyse how items' difficulties changed and which aspects of the SMPN were affected the most by the TLSs, which also informed the redesign (Wright, 2003). Thus, the following sections discuss how these evaluation tools influenced the design and redesign of the TLS and what conclusions can be derived from this DBR.

3. Results

The design tools employed during the design of TLS1 allowed a contextually relevant and consistent design decision-making, which ensured the validity of the TLS. For instance, the epistemological and curricular analyses showed that students should be able to understand what autotrophy entails, describe photosynthesis and respiration in terms of matter and energy transformation, and relate these processes at the ecosystem level. However, both the systematic review and the learning demands tool demonstrated that these were particularly challenging issues. Therefore, this served to define valid and auspicious design principles, such as that the guiding question to start the TLS could be "Where did world's largest tree obtain its mass from?" or that students must engage in activities enabling them to express, contrast and revise their mental models through scientific practices (Figure 2).

The evaluation regarding practicality and effectiveness of this first TLS1 evinced that this approach promoted favorable student development towards mental models close to scientific consensus. However, not every aspect of the SMPN evolved equally (Figure 3 showing partial effectiveness) and the teacher journals and students' notebooks indicated several activities on the TLS were overly complex, allotted too much class time and presented pragmatic problems.

These results informed the redesign of the TLS2 improving the deficient aspects and activities by either emphasising the aspects showing shortcomings, making them clearer, adding scaffolding or completely replacing them. For example, the latter was the case of the activity 10. Since it was found too demanding and tedious (using practicality evaluation tools), it was replaced with a hands-on modelling activity that helped students trace matter and energy (Figure 2).

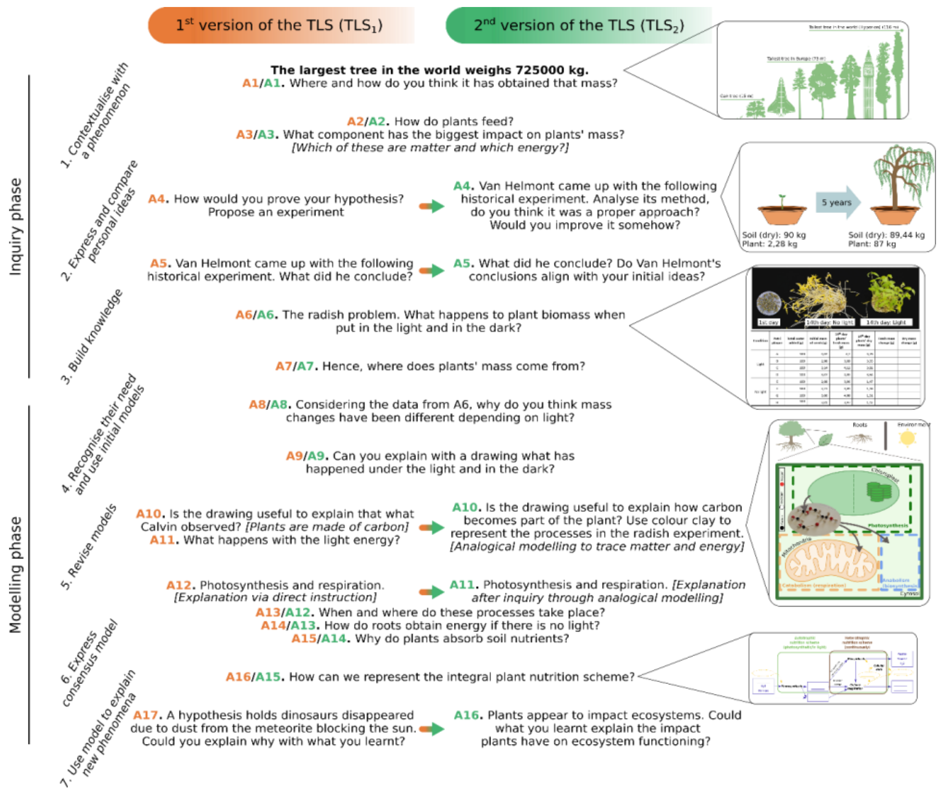


Figure 2. Overview of the activities in TLS1 and relevant redesigns in TLS2.

The evaluation of this second version (TLS2) was conducted employing the same tools plus the external observator's report. Thus, this analysis elucidated that the redesign was fruitful both in terms of improving the practicality and effectiveness of the TLS2 (Figure 3).

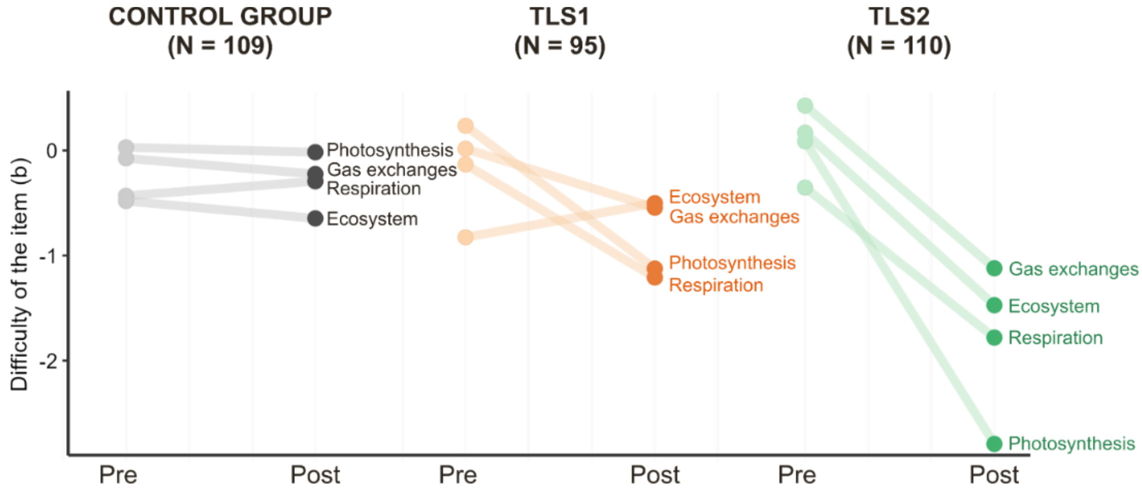


Figure 3. Pre-post items' difficulty evolution.

4. Conclusions

The results from this study helped attain three main conclusions. First, the evaluation framework resulted to be adequate to ascertain the quality of a TLS or, at least, whether its quality is better than other interventions. In fact, DBR alongside these design and evaluation tools was found to be an effective way of achieving TLSs of empirical quality. Second, this research identified design elements that could improve the teaching-learning of the SMPN and evidenced that providing students opportunities to engage in scientific practices is advantageous for improving their mental models on plant nutrition. Finally, despite promising, the last evaluation still presented some issues regarding practicality and effectiveness, which shows certain aspects of the TLS2 could still be refined.

5. Bibliography

Easterday, M. W., Lewis, D. R., & Gerber, E. M. (2014). Design-based research process: Problems, phases, and applications. In *Proceedings of International Conference of Learning Sciences,* pp. 317-324. ISLS. ISBN: 978-0-9903550-3-8.

Guisasola, J., Zuza, K., Ametller, J., & Gutierrez-Berraondo, J. (2017). Evaluating and redesigning teaching learning sequences at the introductory physics level. *Physical Review Physics Education Research*, *13*(2), 020139. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020139

Méheut, M., & Psillos, D. (2004). Teaching–learning sequences: Aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, *26*(5), 515–535. https://doi.org/10.1080/09500690310001614762

Nuthall, G. (2004). Relating classroom teaching to student learning: A critical analysis of why research has failed to bridge the theory-practice gap. *Harvard Educational Review*, *74*(3), 273–306. https://doi.org/10.17763/haer.74.3.e08k1276713824u5

Pedrera, O., Barrutia, O., & Díez, J. R. (2024). Rooting out teaching-learning difficulties of plant nutrition: A systematic literature review. *[Under Review].*

Plomp, T., & Nieveen, N. (2013). *Educational design research*. SLO. ISBN: 978-90-329-2334-1

Psillos, D., & Kariotoglou, P. (Eds.). (2016). *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences: Introducing the Science of Materials in European Schools*. Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5

Tinoca, L., Piedade, J., Santos, S., Pedro, A., & Gomes, S. (2022). Design-Based Research in the Educational Field: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*, *12*(6), 410. https://doi.org/10.3390/educsci12060410

Wright, B. D. (2003). Rack and stack: Time 1 vs. Time 2 or pre-test vs. Post-test. *Rasch Measurement Transactions*, *17*(1), 905–906.

Η συμβολή της Τέχνης στην Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη

Άννα Αγγελίδου, Πηνελόπη Παπαδοπούλου

Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η τέχνη είναι άμεσα συνυφασμένη με τους στόχους και τις πρακτικές τόσο της Εκπαίδευσης για την Βιώσιμη Ανάπτυξη, όσο και με τους 17 Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης, όπως αυτοί περικλείονται στην Agenda30. Σκοπός της έρευνας είναι να εξετάσει κατά πόσο μπορεί η τέχνη να συμβάλει στην Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, με τη μέθοδο τόσο της ποιοτικής όσο και της ποσοτικής έρευνας. Συγκεκριμένα θα συλλεχθούν πληροφορίες μέσω ερωτηματολογίου που θα διανεμηθεί σε μαθητές/τριες, πριν και μετά την υλοποίηση έντεχνων προγραμμάτων σε περιβαλλοντικά, κοινωνικά ζητήματα και θέματα που άπτονται των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης. Επίσης, θα γίνει παρατήρηση, θα καταγραφούν οι σκέψεις, οι αντιδράσεις, τα συναισθήματα των εμπλεκομένων πριν και μετά τα προγράμματα.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαίδευση για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, τέχνη, ποσοτική έρευνα, ποιοτική έρευνα, Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης

ABSTRACT

Art is directly connected with the goals and practices of both Education for Sustainable Development and the 17 Sustainable Development Goals as included in Agenda30. In this paper, it is examined whether art can contribute to Education for Sustainable Development, with the method of both qualitative and quantitative research. Specifically, information will be collected through a questionnaire that will be distributed to students, before and after the implementation of art programs that will combine ways of approaching art in environmental, social, economic issues and issues related to the Sustainable Development Goals. Also, an observation and record will be made, of the thoughts, reactions, feelings of those involved with the programs.

Key words: Education for Sustainable Development, art, quantitative research, qualitative research, Sustainable Development Goals

1.Εισαγωγή

Προσπαθώντας με τα νέα δεδομένα της Agenda 2030 να προσανατολισθούμε στον ορίζοντα μιας εκπαίδευσης για τη βιωσιμότητα με εκπαιδευτικούς όρους είναι αναγκαίο οι έννοιες «περιβάλλον», «κοινωνία» και «βιωσιμότητα» να συγκροτήσουν μία ενιαία κατανοητή συνάφεια (Φλογαΐτη κ.ά, 2021).

Στον προσανατολισμό αυτό μπορούν να αναζητηθούν τρόποι προσέγγισης των περιβαλλοντικών και κοινωνικών ζητημάτων με νέες μεθόδους εκπαιδευτικής διαδικασίας που να είναι ελκυστικές στους μαθητές/τριες και να ανταποκρίνονται στη νέα περιβαλλοντική και κοινωνική πραγματικότητα που έχει κύριο φαινόμενο την κλιματική κρίση. Σύμφωνα με την UNESCO (2018), ένας από τους στόχους της Ε.Β.Α. είναι η ενθάρρυνση των μαθητών/τριών να λαμβάνουν αποφάσεις και να αναλαμβάνουν δράσεις για το περιβάλλον, την οικονομία, την κοινωνία με σεβασμό στην πολιτισμική ποικιλομορφία, ενώ προωθεί την ολιστική και μετασχηματιστική εκπαίδευση. Υπάρχει πλέον μια αυξανόμενη διεθνής αναγνώριση της Ε.Β.Α. ως αναπόσπαστου στοιχείου της ποιοτικής εκπαίδευσης και βασικού παράγοντα για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Το σχολείο θα πρέπει να εισάγει νέες εκπαιδευτικές μεθόδους και δράσεις που θα αφορούν την κοινωνική, οικονομική και περιβαλλοντική πραγματικότητα που εκτυλίσσεται τα τελευταία χρόνια. Οφείλει να εισάγει νέες σκέψεις και δραστηριότητες στο σχολείο οι οποίες να αποτελέσουν καινοτόμες δράσεις. Κάποιες από αυτές μπορούν να εφαρμοστούν και διαμέσου της τέχνης.

Οι τέχνες και γενικότερα η αισθητική εμπειρία εμπλουτίζουν αφενός την καθημερινή εμπειρία αφετέρου την επιστήμη (Dewey, 1980). Η αισθητική εμπειρία είναι σημαντική για την εκμάθηση των επιστημών, καθώς βοηθά τους/τις μαθητές/τριες να προσδιορίζουν τη σημαντικότητα των στοιχείων μια επιστημονικής δραστηριότητας, να κατανοούν και να αιτιολογούν τις απαιτούμενες ενέργειες ή τη λήψη αποφάσεων (Wickman,2006). Η κοινωνική, περιβαλλοντική διάσταση της τέχνης πρέπει να είναι ενταγμένη στην εικαστική εκπαίδευση, η οποία θα έχει ως στόχο να καλλιεργήσουν οι μαθητές/τριες το σεβασμό στη φύση, στον άνθρωπο, στον πολιτισμό. Να κατανοήσουν την κοινωνική τους υπόσταση και το ρόλο τους ως ενεργούς/ες και υπεύθυνους/ες πολίτες. Η UNESCO έχει δραστηριοποιηθεί στην προώθηση της πολιτισμικής προοπτικής και πολλές από τις δημοσιεύσεις της από τη δεκαετία του 1990 έχουν τονίσει τον κεντρικό ρόλο του πολιτισμού στην αειφορία—είτε ως «αυτόνομος πυλώνας βιώσιμης ανάπτυξης» (UNESCO,2013), είτε ως θεμέλιο κάτω από τους άλλους τρεις πυλώνες (De Leo,2012). Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στο πλαίσιο της Εκπαίδευσης για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (ΕΒΑ), όπου ο πολιτιστικός πυλώνας εστιάζει έντονα στην αναγνώριση και το σεβασμό διαφορετικών πολιτισμών, πολιτιστικών ταυτοτήτων και τοπικών γλωσσών και στην προώθηση ανοιχτού διαλόγου και συζήτησης.
Περιβαλλοντικά, κοινωνικά ζητήματα μπορούν να αναλυθούν μέσω της τέχνης, από το αρχικό ερέθισμα του/της καλλιτέχνη/ιδος μέχρι το τελικό αποτέλεσμα του εικαστικού προϊόντος. Η ανάλυση του έργου τέχνης μέσα από την κοινωνική, περιβαλλοντική του διάσταση, οδηγεί στην κατανόηση του φυσικού περιβάλλοντος, των κοινωνικών ζητημάτων και στην διάθεση μετασχηματισμού της κοινωνίας, στόχος αφενός της τέχνης, αφετέρου της Εκπαίδευσης για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη.
Έρευνες όπως αυτή των Dagla & Roussou (2018), με τίτλο «Artful thinking and Augmented Reality in kindergarten: technology contributions to the inclusion of socially underprivileged children in creative activities» μελέτησε τη συνεισφορά της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) μέσω του προγράμματος του έντεχνου συλλογισμού σε παιδιά από οικογένειες χαμηλού εισοδήματος. Τα δεδομένα της έρευνας βασίστηκαν στην παρατήρηση της συμπεριφοράς και των στάσεων των μαθητριών/ών πριν και μετά την εισαγωγή του AR και κατέδειξαν πως μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας τα παιδιά ανέπτυξαν μοτίβα σκέψης, κάτι που οδήγησε στο συμπέρασμα πως η τεχνολογία σε αυτή την περίπτωση προωθεί την συμπεριληπτική εκπαίδευση και κοινωνική ένταξη παιδιών από χαμηλότερα κοινωνικοοικονομικά περιβάλλοντα. Το εγχειρίδιο των Μπράτιτση κ.ά (2023) με τίτλο «Εργα(λεία) τέχνης στη σχολική τάξη» αναλύεται η διδακτική προσέγγιση του Έντεχνου Συλλογισμού, με προτάσεις διδακτικής προσέγγισης των φυσικών μαθημάτων μέσω της εικαστικής τέχνης, ενώ παρόμοιες προτάσεις έντεχνων δραστηριοτήτων για μαθητές/τριες στις περιοχές των φυσικών επιστημών, της γλώσσας, της ΤΠΕ, της φυσικής αγωγής, του περιβάλλοντος και της βιώσιμης ανάπτυξης, αναλύονται στο βιβλίο του Μαγουλιώτη (2014).
Τώρα, που η περιβαλλοντική και κοινωνική κρίση είναι πιο επίκαιρη από ποτέ, έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον να μελετηθεί κατά πόσο η τέχνη και συγκεκριμένες έντεχνες προσεγγίσεις μπορεί να συμβάλουν στην υλοποίηση των στόχων της Ε.Β.Α. και με ποιον/ους τρόπους μπορεί αυτό να επιτευχθεί αλλά και με τι αποτελέσματα. Είναι λοιπόν ενδιαφέρουσας σημασίας η έρευνα για τη συμβολή των εικαστικών τεχνών στην Ε.Β.Α., όπως αυτή του Artful Thinking.
Με την εκπόνηση της διδακτορικής διατριβής θα ερευνηθούν θέματα που σχετίζονται με το περιβάλλον, την κοινωνία και γενικότερα τους ΣΒΑ, ερευνώντας παράλληλα τις στάσεις των μαθητών/τριών πριν και μετά την εφαρμογή έντεχνων εκπαιδευτικών παρεμβάσεων, κάτι που θα εξεταστεί πρώτη φορά. Θα ήταν ενδιαφέρον να προσεγγιστούν διδακτικές που να ανταποκρίνονται στη σύγχρονη πραγματικότητα και θα δημιουργήσουν υπεύθυνους, ενεργούς πολίτες (που είναι άλλωστε σκοποί της Ε.Β.Α.) και θα βοηθήσουν στην απόκτηση νέων δεξιοτήτων μέσα από την ενασχόληση με την τέχνη, το περιβάλλον και τα κοινωνικά θέματα που αναπτύσσονται γύρω από αυτό. Μέσα από το σχεδιασμό διδακτικών με αφετηρία τις εικαστικές τέχνες και τη σύνδεση τους με τους ΣΒΑ και τις διαστάσεις της βιωσιμότητας, θα ερευνηθεί η ανταπόκριση των παιδιών στα έντεχνα προγράμματα και τα αποτελέσματά τους στο γνωστικό και συναισθηματικό πεδίο τους. Προγράμματα, όπως για παράδειγμα αυτό

του Artful Thinking άλλωστε, αποτελεί μια διδακτική προσέγγιση που δεν έχει μελετηθεί εκτενώς, αποτελεί καινοτομία και θα είναι η πρώτη φορά που θα συνδεθούν έντεχνες διδακτικές προσεγγίσεις με την Ε.Β.Α και τους Σ.Β.Α.

2.Μεθοδολογία

Ο σκοπός της έρευνας συνοψίζεται στο παρακάτω ερώτημα: «Μπορεί η τέχνη να συμβάλει στην Εκπαίδευση για την Βιώσιμη Ανάπτυξη;», με υποερώτημα «Μπορεί η αξιοποίηση έργων τέχνης μέσα από συγκεκριμένες έντεχνες μαθησιακές προσεγγίσεις να ενισχύσει τους στόχους της Εκπαίδευσης για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη;». Τα ερευνητικά ερωτήματα είναι τα εξής: «Κατά πόσο διαφοροποιήθηκαν οι στάσεις/αντιλήψεις των μαθητών/τριών σε ζητήματα Βιώσιμης Ανάπτυξης μετά την διδακτική παρέμβαση του Έντεχνου Συλλογισμού;», «Ποια επίδραση είχε η διδακτική παρέμβαση του Έντεχνου Συλλογισμού στο πώς οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται ζητήματα που άπτονται των ΣΒΑ;». Για την υλοποίηση των παραπάνω σκοπών και ερωτημάτων θα αξιοποιηθούν έντεχνες διδακτικές παρεμβάσεις με αξιολογικό χαρακτήρα.
Συγκεκριμένα, για να διερευνηθεί το κατά πόσο η τέχνη συμβάλλει στους σκοπούς της Εκπαίδευσης για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος της μικτής έρευνας που αξιοποιεί την ποσοτική αλλά και ποιοτική έρευνα. Στην ποσοτική έρευνα θα συλλεχθούν πληροφορίες μέσω ερωτηματολογίου που θα διανεμηθεί σε μαθητές/τριες, πριν αλλά και μετά την υλοποίηση προγραμμάτων που θα προσεγγίζουν μέσω της τέχνης περιβαλλοντικά, κοινωνικά, οικονομικά ζητήματα και θέματα που άπτονται των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης και συνθέτουν την ΕΒΑ. Θα καταγραφεί δηλαδή η τυχόν διαφοροποίηση των μαθητών/τριών σε στάσεις, απόψεις, σκέψεις πριν την υλοποίηση προγραμμάτων που αφορούν την τέχνη, όπως αυτό του Έντεχνου Συλλογισμού, αλλά και μετά την εφαρμογή αυτών. Κατά την ποιοτική ανάλυση, θα γίνει παρατήρηση, θα καταγραφούν οι σκέψεις, οι αντιδράσεις, τα συναισθήματα των εμπλεκομένων πριν και μετά την υλοποίηση των παραπάνω έντεχνων προγραμμάτων.

3.Βιβλιογραφία

Dewey,J. (1980). *Art as experience*. New York, NY: Perigee Books. (Original work published 1934) SBN:399-50025-1

Μαγουλιώτης, Α. (2014). *Εικαστική Παιδαγωγική*. Συμμετρία. ISBN 978-960-266-391-2

Μπράτιτσης, Θ., Μέλλιου, Κ., Καλαματιανού, Μ., & Φατσέας, Π. (2023). *Εργα(λεία) τέχνης στη σχολική τάξη. Έντεχνη διδασκαλία και μάθηση* [Μεταπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.
http://dx.doi.org/10.57713/kallipos-245

Φλογαΐτη, Ε., Λιαράκου, Γ. & Γαβριλάκης, Κ. (2021). *Συμμετοχικές μέθοδοι διδασκαλίας και μάθησης*. Πεδίο. ISBN 978-960-635-268-3

Dagla,A. & Roussou,E. (2018). Artful thinking and Augmented Reality in kindergarten: technology contributions to the inclusion of socially underprivileged children in creative activities. *ACM Digital Library*, June 2018, 187-194.
https://doi.org/10.1145/3218585.3218685

De Leo, J. (2012). *Quality Education for Sustainable Development: An Educator Handbook for Integrating Values, Knowledge, Skills and Quality Features of EDUCATION for Sustainable Development in Schooling*; UNESCO APNIEVE Australia Publishing: Adelaide, Australia. Ανακτήθηκε στις 6/3/2024 από:
http://www.yooyahcloud.com/APNIEVE/7LHEdb/QESD_peek_inside.pdf

UNESCO (2018). Issues and Trends in Education for Sustainable Development. Ανακτήθηκε στις 2/3/2024 από:
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261954

UNESCO (2013). Culture in the post-2015 sustainable development agenda: Why culture is key to sustainable development. Ανακτήθηκε στις 7/3/2024 από:
https://www.agenda21culture.net/sites/default/files/hangzhou_-_position_-_eng.pdf

Wickman, Per-Olof. (2006). *Aesthetic Experience in Science Education. Learning and Meaning Making in Situated Talk and Action*, N.J. & London: Lawrence and Erlbaum Associates.

Ανάπτυξη, Εφαρμογή και Αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για τη Σημασία της Νανοτεχνολογίας στις Ιατρικές – Βιολογικές επιστήμες σε Μαθητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Ειρήνη Ζαχαρούλα Ανδρεάκου, Πηνελόπη Παπαδοπούλου

Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η ανάπτυξη, η εφαρμογή και η αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) σε μαθητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, η οποία αφορά εφαρμογές της σύγχρονης επιστήμης της νανοτεχνολογίας στην ιατρική. Στόχος της είναι οι μαθητές να έρθουν σε επαφή με τον αναπτυσσόμενο αυτό κλάδο, να κατανοήσουν βασικές του έννοιες και να αντιληφθούν τη σημασία του στον τομέα της ιατρικής και ειδικότερα στη θεραπεία ασθενειών όπως ο καρκίνος. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να ενημερωθούν για πιθανούς κινδύνους και ηθικά ζητήματα που μπορεί να προκύψουν από τη χρήση της.

Abstract

Aim of this research is the development, implementation and evaluation of a Teaching Learning Sequence on secondary school students. These interventions focus on the applications of modern science of nanotechnology, especially in the field of medicine. Main objective of this research is to familiarize students with this emerging field, enabling them to understand basic concepts, and comprehend its significance in the field of medicine, especially in treating diseases such as cancer. Additionally, through the research, students will have the opportunity to be informed about potential risks and ethical issues that may arise from its use.

Λέξεις – κλειδιά: μέγεθος & κλίμακα, μοντελοποίηση, νανόκοσμος, νανοτεχνολογία, στοχευμένη Θεραπεία.

Key words: *m*odeling, nanotechnology, nanoworld, size & scale, targeted therapy.

1. Εισαγωγή

Η νανοεπιστήμη αποτελεί ένα διαθεματικό κλάδο που μελετά υλικά νανοκλίμακας (1-100nm). Ο όρος «Νάνο» προέρχεται από την ελληνική λέξη «νάνος» (Boholm, 2016). Η νανοτεχνολογία αποτελεί πρακτική εφαρμογή της νανοεπιστήμης και ασχολείται με τη μελέτη, το σχεδιασμό και την παραγωγή υλικών νανοκλίμακας (Ν-ΕΤ) (Kumar & Kumbhat, 2016).

Τα νανοσωματίδια εμφανίζουν ιδιότητες π.χ. οπτικές διαφορετικές από αυτές που παρατηρούνται στη μακροσκοπική κλίμακα με αποτέλεσμα την ευρεία εφαρμογή τους σε πολλούς τομείς (Alivisatos., 1996; Filipe and Ferreira, 2021; Sim et al., 2021). Στην ιατρική χρησιμοποιούνται στη διάγνωση ασθενειών, όπως τα self – test κορωνοϊού καθώς και στη θεραπεία ασθενειών όπως ο καρκίνος (Huang et al., 2020; Taléns-Visconti et al., 2022). Λόγω της ραγδαίας ανάπτυξής της Ν-ΕΤ, κρίνεται αναγκαία η ενσωμάτωσή της στην Εκπαίδευση, δίνοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να ανακαλύψουν ένα νέο κόσμο επιστήμης και τεχνολογίας. Ο τομέας αυτός αφενός παρέχει πολλές θέσεις εργασίας, αφετέρου λόγω ολοένα και αυξανόμενων εφαρμογών της στην καθημερινότητά μας κρίνεται απαραίτητος ο Νανο – Γραμματισμός των νέων (Laherto., 2010). Επιπλέον ως αυριανοί πολίτες είναι σημαντικό να ενημερωθούν για τα επιτεύγματά της προκειμένου να λαμβάνουν ορθολογικές αποφάσεις

(Roco., 2003; Roberts., 2007). Ένα τέτοιο παράδειγμα ορθολογικής απόφασης είναι η χρήση των νανοσωματιδίων στην ιατρική και ειδικά στη στοχευμένη θεραπεία του καρκίνου με αποτέλεσμα να μειώνονται οι παρενέργειες που προκαλεί η χημειοθεραπεία (Allen & Cullis., 2013).

Βασικές για τη διδασκαλία και την κατανόηση της Ν-ΕΤ στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση θεωρήθηκαν 9 Μεγάλες Ιδέες (Stevens et al., 2009). Η Μεγάλη Ιδέα Μέγεθος και Κλίμακα θεωρείται βασική για τη διδασκαλία της Ν-ΕΤ σε όλες τις βαθμίδες Εκπαίδευσης (Huang et al., 2011; Sakhnini & Blonder., 2015; Wanson et al. 2009). Η Μεγάλη Ιδέα «Ιδιότητες που εξαρτώνται από το Μέγεθος» θεωρείται πυλώνας στον τομέα της Νανοτεχνολογίας, καθώς παρέχει τη δυνατότητα στους μαθητές να αντιληφθούν τον λόγο και τον τρόπο με τον οποίο τα νανοσωματίδια εμφανίζουν μοναδικές ιδιότητες (Bryan et al., 2015). Για παράδειγμα, τα νανοσωματίδια χρυσού μπορούν να εμφανίσουν διαφορετικά χρώματα ανάλογα με το μέγεθός τους, λόγω του Συντονισμού Επιφανειακών Πλασμονίων (Surface Plasmon Resonance - SPR)

Είναι λίγες οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα για τη διδασκαλία της νανοτεχνολογίας. Αξιοσημείωτες είναι οι προσπάθειες από 3 ερευνητικές ομάδες, της Α. Σπύρτου στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, του Δ. Σταύρου στο Πανεπιστήμιο Κρήτης και του Ε. Χατζηκρανιώτη στο ΑΠΘ (Spyrtou et al., 2021; Stavrou et al., 2015).

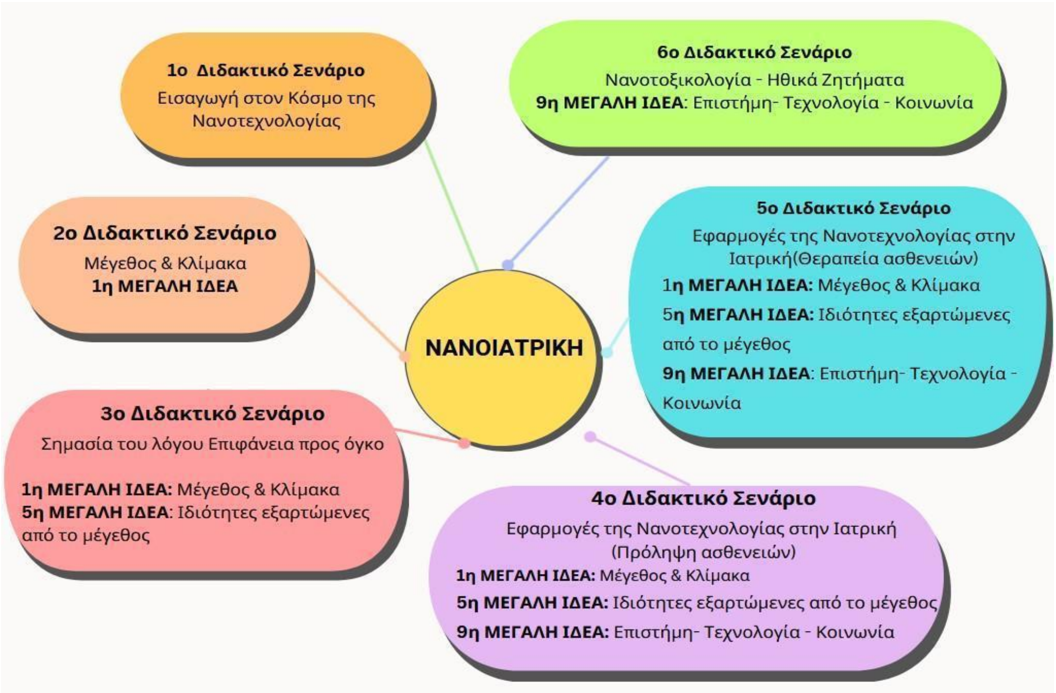
Στη συγκεκριμένη εργασία σχεδιάστηκε μια Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (ΔΜΑ) για μαθητές Λυκείου η οποία μπορεί να εφαρμοστεί είτε στην τάξη είτε σε ομίλους, με σκοπό οι μαθητές να αναπτύξουν την κριτική τους σκέψη, την ομαδικότητα και να αντιληφθούν τη σπουδαιότητα της νανοιατρικής.

2. Μεθοδολογία

Ο σχεδιασμός της συγκεκριμένης ΔΜΑ στηρίχθηκε στο μοντέλο της Εκπαιδευτικής Επανοικοδόμησης (Method of Educational Reconstruction). Σκοπός του είναι ο συνδυασμός του επιστημονικού περιεχομένου και των στόχων που επιθυμεί ο εκπαιδευτικός να επιτύχει (Duit et al.,2012). Περιλαμβάνει 3 αλληλένδετες συνιστώσες: α. την αποσαφήνιση της δομής του επιστημονικού περιεχομένου και την ανάλυση της σημασίας του σε εκπαιδευτικό επίπεδο, β. την αναζήτηση των απόψεων των μαθητών και γ. τον σχεδιασμό και την αξιολόγηση του περιβάλλοντος μάθησης (Metaxas et al., 2021). Το συγκεκριμένο μοντέλο θεωρείται κατάλληλο για την μελέτη επιστημονικών πεδίων που δεν αποτελούν ακόμη μέρος του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών όπως η μελέτη της θεωρίας του χάους και η Νανοτεχνολογία (Duit et al., 1997; Laherto., 2010).

Ύστερα από βιβλιογραφική επισκόπηση μελετήθηκε το επιστημονικό περιεχόμενο της νανοτεχνολογίας και συγκεκριμένα του τομέα της νανοιατρικής και αποφασίστηκε ποιες από αυτές τις επιστημονικές έννοιες εμφανίζουν παιδαγωγική αξία με σκοπό την απλοποίησή τους. Με τη βοήθεια της βιβλιογραφίας και ερωτηματολογίου (Tretter et al., 2006), αναζητήθηκαν προϋπάρχουσες ιδέες μαθητών για βασικές έννοιες όπως μέγεθος - κλίμακα.

Η δομή της ΔΜΑ, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 1), εφαρμόστηκε στο πλαίσιο ομίλου σε 20 μαθητές της Α' Λυκείου του 2^{ου} Πρότυπου ΓΕΛ Βόλου. Πραγματοποιήθηκαν 6 διδακτικά σενάρια τα οποία σχετίζονται με 3 από τις 9 Μεγάλες Ιδέες της Ν-ΕΤ.



Εικόνα 1. Συνοπτικά παρουσίαση της δομής της Πιλοτικής ΔΜΑ

Σχεδιάστηκαν φύλλα εργασίας και πραγματοποιήθηκαν δραστηριότητες που προώθησαν την ενεργό συμμετοχή των μαθητών και την κριτική τους σκέψη. Κάποια από τα διδακτικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εφαρμογή της ΔΜΑ είναι κάρτες ως παιχνίδι σειροθέτησης και ανάγνωση κόμικ με θέμα τη σημασία του λόγου επιφάνειας προς όγκο (αντίστροφη τάξη). Μέσω ομαδοσυνεργατικών μεθόδων (Gallery Walk και μέθοδος Jigsaw) μελετήθηκε η σημασία της νανοτεχνολογίας στη στοχευμένη θεραπεία του καρκίνου καθώς και οι επιπτώσεις της τόσο στο περιβάλλον όσο και στην υγεία του ανθρώπου και των ηθικών ζητημάτων που ενδέχεται να προκύψουν από τη χρήση της. Παράδειγμα η χρήση νανοτεχνολογίας για την παρακολούθηση και τη διάγνωση ασθενειών θέτει ερωτήματα σχετικά με την προστασία της ιδιωτικότητας των ασθενών και τη διαχείριση των προσωπικών δεδομένων της υγείας του (Tiefenauer, 2006).

Με απλά υλικά οι μαθητές κατασκεύασαν μοντέλο προσομοίωσης ενεργητικής στόχευσης καρκινικού κυττάρου με τη βοήθεια νανοσωματιδίων, συγκεκριμένα του λιποσώματος (Εικόνα 1). Η μοντελοποίηση θεωρείται ένα σημαντικό εργαλείο για την μελέτη και καλύτερη κατανόηση εννοιών και φαινομένων στο νανόκοσμο. Η οπτικοποίηση τους χωρίς τη χρήση της θα ήταν ήταν σχεδόν αδύνατη (Wilson et al., 2020).

Εικόνα 1. Σχεδιασμός μοντέλων από μαθητές

3. Αποτελέσματα

Η αξιολόγηση της ΔΜΑ θα πραγματοποιηθεί μέσω ερωτηματολογίων (που δόθηκαν πριν και μετά την εφαρμογή της), μέσω συνεντεύξεων με μαθητές και με το ημερολόγιο του εκπαιδευτικού.
Η ανάλυση των ερωτηματολογίων και των συνεντεύξεων θα ολοκληρωθεί τέλος Απριλίου. Από το ημερολόγιο Εκπαιδευτικού παρατηρήθηκε ότι μέσω των διδακτικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν κυρίως οι κάρτες – παιχνίδι, το κόμικ και η κατασκευή μοντέλου βοήθησε τους μαθητές να κατανοήσουν την τάξη μεγέθους του νάνο, τη σημασία του λόγου επιφάνεια προς όγκο και τη χρήση της N-ET στον τομέα της ιατρικής.

4. Συμπεράσματα

Η ΔΜΑ βοήθησε τους μαθητές να κατανοήσουν τη σημασία της Νανοτεχνολογίας στον τομέα της ιατρικής. Η χρήση του κόμικ προσέλκυσε το ενδιαφέρον των μαθητών, ενίσχυσε την κριτική τους σκέψη και έκανε πιο κατανοητή την σημασία του λόγου επιφάνεια προς όγκο. Από την άλλη πλευρά παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές δυσκολεύονται να υπολογίσουν μαθηματικά το λόγο. Τα αποτελέσματα από τα διαδραστικά παιχνίδια σχετικά με το μέγεθος και την κλίμακα συμφωνούν με τη βιβλιογραφία. Οι μαθητές δυσκολεύονται να σειροθετήσουν αντικείμενα νανοκλίμακας (π,χ DNA, ιός, ριβόσωμα) (Tretter et al., 2006).
Η μοντελοποίηση βοήθησε σημαντικά τους μαθητές να αντιληφθούν τα πλεονεκτήματα των νανοσωματιδίων στη θεραπεία ασθενειών καθώς και να οπτικοποιήσουν τον τρόπο με τον οποίο τα νανοσωματίδια, όπως το λιπόσωμα δρουν στοχευμένα και βοηθούν στη θεραπεία του καρκίνου συγκεκριμένα.
Τα παραπάνω αποτελέσματα/συμπεράσματα στηρίζονται αποκλειστικά στο ημερολόγιο του Εκπαιδευτικού. Αναμένεται ο έλεγχος τους όταν ολοκληρωθεί η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου μέσω SPSS καθώς και η ανάλυση των συνεντεύξεων.

5. Βιβλιογραφία

Alivisatos, A. P. (1996). Semiconductor Clusters, Nanocrystals, and Quantum Dots. Science, 271(5251), 933-937. http://dx.doi.org/10.1126/science.271.5251.933

Allen, T.M., & Cullis, P.R. (2013). Liposomal drug delivery systems: From concept to clinical applications. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 65(1), 36-48. https://doi.org/10.1016/j.addr.2012.09.037

Boholm, M. (2016). The use and meaning of nano in American English: Towards a systematic description. *Ampersand* 3, 163–173. https://doi.org/10.1016/j.amper.2016.10.001.

Bryan, Lynn & Magana, Alejandra & Sederberg, David. (2015). Published research on pre-college students' and teachers' nanoscale science, engineering, and technology learning. Nanotechnology Reviews. 4. 10.1515/ntrev-2014-0029. https://doi.org/10.1515/ntrev-2014-0029

Duit, R., & Komorek, M. (1997). Understanding the basic ideas of chaos-theory in a study of limited predictability. *International Journal of Science Education*, *19*(3), 247–264. https://doi.org/10.1080/0950069970190301

Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – a Framework for Improving Teaching and Learning Science[1] . In: Jorde, D., Dillon, J. (eds) Science Education Research and Practice in Europe. Cultural Perpectives in Science Education, vol 5. SensePublishers, Rotterdam. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8_2

Filipe, J. A., & Ferreira, M. A. M. (2021). Analysis of nanosciences and nanotechnology and their applications. arXiv preprint arXiv:211103425.
https://www.researchgate.net/publication/355988144_Analysis_of_nanosciences_and_nanotechnology_and_their_applications

Huang, C., Wen, T., Shi, F. J., Zeng, X. Y., & Jiao, Y. J. (2020). Rapid Detection of IgM Antibodies against the SARS-CoV-2 Virus via Colloidal Gold Nanoparticle-Based Lateral-Flow Assay. *ACS Omega*, 5(21), 12550-12556. https://doi.org/10.1021/acsomega.0c01554

Huang, C. Y., Hsu, L. R., & Chen, H. C. (2011). A study on the core concepts of nanotechnology for the elementary school. *Journal of National Taichung University: Mathematics, Science & Technology*, 25(1), 1–22.

Kelly, K. L., Coronado, E., Zhao, L. L., & Schatz, G. C. (2003). The Optical Properties of Metal Nanoparticles: The Influence of Size, Shape, and Dielectric Environment. The Journal of Physical Chemistry B, 107(3), 668–677. https://doi.org/10.1021/jp026731y

Kumar, N., & Kumbhat, S. (2016). Essentials in Nanoscience and Nanotechnology. John Wiley & Sons. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119096122

Metaxas, I., Michailidi, E., Stavrou, D., & Pavlidis, I. (2021) Educational reconstruction of size-depended-properties in nanotechnology for teaching in tertiary education. *Chemistry Teacher International*, 3 (4), 413-422. https://doi.org/10.1515/cti-2021-0011

Roberts, D.A.(2007). Scientific literacy/science literacy. Στο S.K. Abell& N.G. Lederman (Eds.). *Handbook of Research on Science Education*. Mahwa (New Jersey): Lawrence Erlbaum Associates, 729-780. ISBN 978-02-0382-469-6.

Roco, M. (2003). Converging Science and technology at the nanoscale : opportunities for education and training. *Nature Biotechnology*, *21*, 1247-1249. https://www.nature.com/articles/nbt1003-1247

Sakhnini, S., & Blonder, R. (2015). Essential concepts of nanoscale science and technology for high school students based on a Delphi study by the expert community. *International Journal of Science Education, 37(7)*, 1087-1114. https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1025245

Sim, S., Wong, N. K. (2021). Nanotechnology and its use in imaging and drug delivery (Review). *Biomed Rep*, 14(5), 42. https://doi.org/10.3892/br.2021.1418

Spyrtou, A., Manou, L., & Peikos, G. (2021). Educational Significance of Nanoscience–Nanotechnology: Primary School Teachers' and Students' Voices after a Training Program. *Education Sciences*, 1(11), 724. https://doi.org/10.3390/educsci11110724

Stavrou, D., Michailidi, E., Sgouros, G., & Dimitriadi, K. (2015). Teaching high-school students nanoscience and nanotechnology. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, *3*(4), 501–511. https://doi.org/10.31129/lumat.v3i4.1019

Stevens, S., Sutherland, L. M., Krajcik, J. S. (2009). *The big ideas of nanoscale science and engineering: A guidebook for secondary teachers*. Arlington. VA: NSTA Press.

Taléns-Visconti, R., Díez-Sales, O., de Julián-Ortiz, J. V., & Nácher, A. (2022). Nanoliposomes in Cancer Therapy: Marketed Products and Current Clinical Trials. *Int J Mol Sci*, 23(8), 4249. https://doi.org/10.3390/ijms23084249

Tretter, T. R. M., Jones, G., Andre, T., Negishi, A., & Minogue J. (2006) Conceptual Boundaries and Distances: Students' and Experts'. Concepts of the Scale of Scientific Phenomena. *Journal of research in science teaching*, 43 (3): 282–319. https://doi.org/10.1002/tea.20123

Tiefenauer, L. X. (2006). Ethics of Nanotechnology in Medicine: Challenges and Promises. *NanoBiotechnology*, 2(1), 1–4. Paul Scherrer Institut (PSI), CH-5232 Villigen, Switzerland https://doi.org/10.1007/s12030-006-0001-z

Wansom, S., Mason, T. O., Hersam, M. C., Drane, D. L., Light, G., Cormia, R., ... & Bodner, G. (2009). A rubric for post-secondary degree programs in nanoscience and nanotechnology. *International Journal of Engineering Education, 25*(3), 615–627.

Wilson, K. J., Long, T. M., Momsen, J. L., & Bray Speth, E. (2020). Modeling in the Classroom: Making Relationships and Systems Visible. *CBE life sciences education*, *19*(1), fe1. https://doi.org/10.1187/cbe.19-11-0255

Μελετώντας τη Σχέση Αποδοχής και Κατανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής σε σχέση με τη Γνώση της Φύσης της Επιστήμης: Η Περίπτωση των Ελλήνων εκπαιδευτικών.

Χάρις-Μαρίνα Αντωνάτου, Κυριάκος Αθανασίου, Ευαγγελία Μαυρικάκη
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη διερεύνηση ερωτημάτων που σχετίζονται, αφενός με το βαθμό εξοικείωσης των εκπαιδευτικών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης με τη Φύση της Επιστήμης και αφετέρου με την κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής. Σε ποιο βαθμό, λ.χ. η καλύτερη Επιστημολογική Επάρκεια (γνώση περί της Φύσης της Επιστήμης μπορεί να επηρεάσει την κατανόηση και την αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής. Με χρήση ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου κλειστών ερωτήσεων, ελέγχθηκαν οι επιστημολογικές αντιλήψεις, η κατανόηση και η γνώση της Θεωρίας της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής σε ομάδα 200 εκπαιδευτικών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης που διδάσκουν ή έχουν διδάξει μαθήματα βιολογικού περιεχομένου. Μετά την ανάλυση, παρατηρείται θετική συσχέτιση ως προς την επιστημολογική επάρκεια και την αποδοχή και κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής.

Abstract

The present study aims to investigate questions related, on one hand, to the degree of familiarity that Secondary Science Education teachers show with the Nature of Science and, on the other hand, to their understanding of the Theory of Evolution through Natural Selection. To what extent, e.g. better Epistemological Adequacy (knowledge of the Nature of Science) can influence the understanding and acceptance of the Evolution Theory through Natural Selection. Employing a closed-ended electronic questionnaire, the epistemological perceptions, understanding, and knowledge of the Evolution Theory via natural selection were assessed among a cohort of 200 secondary education educators who teach or have taught biology-related subjects. The analysis reveals a positive correlation between epistemological adequacy and the acceptance and understanding of evolutionary theory via natural selection.

Λέξεις – κλειδιά: Επιστημονική Επάρκεια, Θεωρία της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής, Φύση της Επιστήμης

Key words: Scientific Adequacy, Evolution Theory through natural selection, Nature of Science

1. Εισαγωγή

Η Επιστημολογική Επάρκεια αναγνωρίζεται ευρέως ως μία θεμελιώδης μαθησιακή επιδίωξη της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών και χρησιμοποιείται ως όρος για να περιγράψει την εξοικείωση ενός ατόμου με τη Φύση της Επιστήμης (Bell 2004, Flick & Lederman 2004, Lederman 2004). Μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους της εξοικείωσης με τη Φύση της Επιστήμης σχετίζεται με τη δυνατότητα ανάπτυξης εννοιολογικής κατανόησης των θεωριών των Φυσικών Επιστημών. Συγκεκριμένα, μπορεί να συμβάλει στη διαμόρφωση ενός κατάλληλου πλαισίου που θα προσδώσει νόημα στο εννοιολογικό υπόβαθρο.

Παράλληλα, η Εξελικτική Θεωρία μέσω Φυσικής Επιλογής αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές και δύσκολες θεωρίες για να κατανοήσει ή να διδάξει κανείς (Finley et al. 1982). Ως ενοποιητική Θεωρία στη βιολογία, εμπλέκεται στην ερμηνεία της ομοιότητας των οργανισμών, της βιολογικής ποικιλότητας και άλλων χαρακτηριστικών, ενώ βοηθά τους μαθητές να συνειδητοποιήσουν την βιολογική σημασία διαφόρων φαινομένων, όπως της αναπαραγωγής, της κυτταρικής διαίρεσης και της βιοποικιλότητας (National Academy of Sciences (NAS) 1998). Πρόκειται για μια σύγχρονη παγκόσμια Θεωρία η οποία πρέπει να γίνει κατανοητή στους μαθητές με την παράθεση επιστημονικών εξηγήσεων.

Η παρούσα μελέτη συνιστά το δεύτερο μέρος μιας ευρύτερης διαχρονικής έρευνας ανάμεσα σε πληθυσμιακές ομάδες φοιτητών και εκπαιδευτικών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Στο πλαίσιο της έρευνας αυτής, έχουμε εστιάσει στα παρακάτω ερωτήματα:

1. Το επίπεδο γνώσης των Ελλήνων εκπαιδευτικών σχετικά με τη Φύση της Επιστήμης.
2. Το επίπεδο γνώσης και αποδοχής της Θεωρία της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής.
3. Ο βαθμός συσχέτισης των δύο.
4. Σύγκριση με ομάδες φοιτητών προηγούμενης έρευνας.
5. Σύγκριση με μελέτες που έχουν γίνει σε ομάδες εκπαιδευτικών της αλλοδαπής.

2. Μεθοδολογία

Για την απάντηση στα παραπάνω ερωτήματα συντέθηκε και μοιράστηκε ανώνυμο ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο σε εν ενεργεία εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών, Γεωπονίας και Υγείας χωρισμένο σε τρεις υποενότητες (επιστημολογικές αντιλήψεις, γνώση της Θεωρίας της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής, αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής) που στάλθηκε μέσω των Δευτεροβαθμιών Εκπαίδευσης Αττικής και Πελοποννήσου στα σχολεία αρμοδιότητάς τους. Το παρόν ερωτηματολόγιο βασίζεται σε διεθνώς αναγνωρισμένα και έγκυρα ερωτηματολόγια όπως η κλίμακα 'MATE' (Measure of Acceptance of the Theory of Evolution) των Rutledge & Warden (2000) ως προς τις ερωτήσεις για την αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής και το ερωτηματολόγιο των Cho et al. (2011) ως προς τις επιστημιολογικές αντιλήψεις, μεταφρασμένα στην Ελληνική Γλώσσα από προγενέστερους ερευνητές (Μαυρικάκη & Αθανασίου, 2011). Αποτελείται από ερωτήσεις κλειστού τύπου, με απαντήσεις βαθμού συμφωνίας και διαφωνίας σε συγκεκριμένες στάσεις και απόψεις.

Το τελευταίο μέρος περιλαμβάνει ερωτήσεις γνώσεων κλειστού τύπου (πολλαπλής επιλογής) σχετικά με τη Θεωρία της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής. Έχει απαντηθεί μέχρι στιγμής από περίπου 200 εν ενεργεία εκπαιδευτικούς διαφόρων ειδικοτήτων (φυσικών, χημικών, βιολόγων, γεωλόγων, γεωπόνων κ.ά).

3. Αποτελέσματα

Η επεξεργασία των πρώτων 200 ερωτηματολογίων, σε σχέση με τα 3 πρώτα ερωτήματα, έδειξε ότι οι εκπαιδευτικοί εμφανίζουν μέτρια επίπεδα επάρκειας ως προς τις γνώσεις τους σχετικά με τη Φύση της Επιστήμης. Ειδικότερα το ποσοστό επάρκειας ποικίλει μεταξύ των διαφόρων ειδικοτήτων. Σε ότι αφορά στην αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής, οι απαντήσεις είναι σημαντικά θετικές χωρίς ιδιαίτερες διακυμάνσεις ανάμεσα στις ειδικότητες, χωρίς όμως να συμβαδίζει με ένα ανάλογα σημαντικό ποσοστό στο επίπεδο των γνώσεων για αυτήν.

Σε ότι αφορά στη συσχέτιση μεταξύ της Φύση της Επιστήμης και της Θεωρίας της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής, τα αποτελέσματα συνηγορούν για μία θετική συσχέτιση, σε διαφορετικό βαθμό ανάλογα την ειδικότητα και το βαθμό εξοικείωσης των εκπαιδευτικών με τη Φύση της Επιστήμης και τη Θεωρία της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής από τις πανεπιστημιακές τους σπουδές 1ου κύκλου.

4. Συμπεράσματα

Από τις αρχικές αναλύσεις, οι εκπαιδευτικοί όλων των ειδικοτήτων αποδέχονται γενικά τη Θεωρία της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής. Παρατηρείται όμως μέτρια γνώση επί των βασικών εννοιών που την διέπουν, οφειλόμενη στο γεγονός ότι ένα μεγάλο ποσοστό - κοντά στο 50% - δεν έχει διδαχθεί στις πανεπιστημιακές σπουδές του τη Θεωρία της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής και οι όποιες γνώσεις προέρχονται κυρίως από τα σχολικά εγχειρίδια με βάση τα οποία καλούνται να την διδάξουν στις σχολικές αίθουσες. Σε ότι αφορά στο βαθμό αποδοχής της, φαίνεται να διαφοροποιείται ανάλογα την ειδικότητα, τα χρόνια διδασκαλίας καθώς και από το αν έχουν διδαχθεί στις πανεπιστημιακές σπουδές 1ου κύκλου τόσο τη Φύση της Επιστήμης όσο και τη Θεωρία της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής.

Στα επόμενα βήματα της έρευνας, θα αναλύσουμε τις συσχετίσεις που αναπτύσσονται σε κάθε ειδικότητα καθώς και κατά πόσο εξαρτάται η αποδοχή της Θεωρίας από την επιστημολογική τους επάρκεια.

Επιπροσθέτως, σκοπεύουμε να συνδέσουμε τα ευρήματα της έρευνας με παρόμοιες προηγούμενες έρευνες σε τελειόφοιτους φοιτητές Θετικών Επιστημών καθώς και με αντίστοιχες έρευνες εκπαιδευτικών άλλων χωρών.

Η παρούσα έρευνα έχει εγκριθεί από την Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών και από το Υπουργείο Παιδείας, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού.

5. Βιβλιογραφία

Bell, R.L. (2004). Perusing Pandora's box. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.) Scientific inquiry and the nature of science (pp. 427-446). *Dordrecht: Kluwer Academic Publishers*. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1_19

BouJaoude, S., Asghar, A., Wiles, J.R., Jaber, L., Sarieddine, D., & Alters, B. (2011). Biology professors' and teachers' positions regarding biological evolution and evolution education in a Middle Eastern society. *International Journal of Science Education,* 33(7), 979–1000. https://doi.org/10.1080/09500693.2010.489124

Cho, M.H., Lankford, D.M., and Wescott, D.J. (2011). Exploring the relationships among epistemological beliefs, nature of science, and conceptual change in the learning of evolutionary theory. *Evolution and Education Outreach*, 4 (2), 313–22. https://doi.org/10.1007/s12052-011-0324-7

Finley, F.N., Stewart, J., & Yarroch, W.L. (1982). Teachers' perceptions of important and difficult science content. *Science Education*, 66 (4), 531–538. https://doi.org/10.1002/sce.3730660404

Flick, L.B. & Lederman, N.G. (2004). Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning and Teacher Education. *The Netherlands: Kluwer Academic Publishers*. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1

Mavrikaki, E., Athanasiou, K., (2011) Development and Application of an Instrument to Measure Greek Primary Education Teachers' Biology Teaching Self-efficacy Beliefs, *EURASIA J Math Sci Tech Ed*, Volume 7, Issue 3, 203-213 https://doi.org/10.12973/ejmste/75197

Rutledge, M.L., & Warden, M.A. (2000). Evolutionary theory, the nature of science and high school biology teachers: Critical relationships. *American Biology Teacher*, 62, 23–31 https://doi.org/10.2307/4450822

Σχεδιασμός και πιλοτική εφαρμογή μίας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας στην γνωστική περιοχή της Εξέλιξης των Αστέρων

Μαρία Ιωαννίδου, Αναστάσιος Μολοχίδης

Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Στην σύγχρονη ψηφιακή εποχή, οι μαθητές έρχονται σε επαφή με μία πληθώρα επιστημονικών όρων Αστροφυσικής μέσω του διαδικτύου και των μέσων κοινωνικής δικτύωσης, με αποτέλεσμα να διαμορφώνουν εναλλακτικές αντιλήψεις γύρω από τα επιστημονικά αυτά θέματα. Στην παρούσα εργασία καταγράφεται ο σχεδιασμός μίας διδακτικής μαθησιακής ακολουθίας (ΔΜΑ), που επικεντρώνεται στην γνωστική περιοχή της εξέλιξης των αστέρων και απευθύνεται σε μαθητές Λυκείου, και η υλοποίηση μίας πρώτης πιλοτικής εφαρμογής. Σκοπός η συλλογή δεδομένων, μέσω παρατήρησης, ερωτηματολογίων και συνεντεύξεων, που θα αξιοποιηθούν στην αξιολόγηση της ποιότητας και της αποτελεσματικότητάς της ΔΜΑ ως προς την επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων που τέθηκαν και την περαιτέρω βελτίωσή της σε επόμενα στάδια.

Abstract

In the modern digital era, students come across with a plethora of Astrophysics terms through the Internet and social media, often giving rise to the emergence of alternative conceptions related to the corresponding scientific subjects. In this study, a teaching – learning sequence (TLS), focusing on the scientific field of stellar evolution and targeting the secondary school students, is designed and a preliminary pilot phase of the TLS is implemented aiming to collect data through observation, questionnaires, and interviews. The collected data will provide systematic changes and refinement to the TLS.

Λέξεις κλειδιά: *Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία, Διερευνητική προσέγγιση, Εναλλακτικές αντιλήψεις, Εξέλιξη των αστέρων*

Keywords: *Teaching-Learning Sequence, Inquiry-based approach, Alternative Conceptions, Star Evolution*

1. Εισαγωγή

Στο γνωστικό πεδίο της Αστρονομίας και της Αστροφυσικής, μελέτες έχουν αναδείξει μία πληθώρα εναλλακτικών αντιλήψεων που διατηρούν οι μαθητές, διαφόρων ηλικιών, σχετικά με διάφορα θέματα, όπως οι φάσεις της Σελήνης, οι κινήσεις των ουράνιων αστέρων, η φύση και η εξέλιξη των αστέρων κλπ (Agan 2004˙ Favia et al., 2014˙ Gali, 2021˙ Pinochet, 2019), γεγονός που οφείλεται, εν μέρει, στην έντονη ενασχόληση τους με το διαδίκτυο, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, τις κινηματογραφικές ταινίες και τα βιβλία επιστημονικής φαντασίας (Horvath & Moraes, 2021).

Στην βιβλιογραφία αποτυπώνεται επίσης, το ιδιαίτερο ενδιαφέρον των μαθητών για την Αστρονομία, την Αστροφυσική και την Κοσμολογία (Krstovic et al., 2008). Ωστόσο, στα αναλυτικά προγράμματα πολλών χωρών, συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας, δεν εμπεριέχονται θέματα που σχετίζονται με την Αστρονομία και Αστροφυσική και, στις περιπτώσεις εκείνες που οι εκπαιδευτικοί επιχειρούν διασυνδέσεις διαφόρων θεμάτων Αστρονομίας με τις διδασκόμενες ενότητες Φυσικής, η διδασκαλία τους κρίνεται αναποτελεσματική (Bektaşli, 2014). Η ελλιπής τυπική εκπαίδευση σε θέματα που άπτονται της Αστρονομίας και της Αστροφυσικής συμβάλλει περαιτέρω στην διαμόρφωση εναλλακτικών αντιλήψεων στους μαθητές και καθίσταται σημαντικό εμπόδιο την προώθηση του επιστημονικού εγγραμματισμού στους μαθητές. Στο πλαίσιο αυτό, κρίνεται καθοριστικής σημασίας ο σχεδιασμός αποτελεσματικών διδακτικών παρεμβάσεων που επικεντρώνονται σε θέματα Αστρονομίας και την Αστροφυσικής, ώστε να πραγματοποιούνται επιτυχείς διασυνδέσεις με τις θεματικές ενότητες των αναλυτικών προγραμμάτων και να υλοποιούνται αποτελεσματικά προγράμματα εκπαίδευσης στα πλαίσια σχολικών ομίλων.

Η σχετική επιστημονική έρευνα έχει επικεντρωθεί, μέχρι σήμερα, κυρίως στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη ΔΜΑ σε παραδοσιακά θέματα Αστρονομίας, όπως είναι οι φάσεις της Σελήνης, οι εποχές, οι κινήσεις της Γης, το Ηλιακό Σύστημα κ.α. (Hsu, 2008˙ Plummer et al., 2015˙ Testa et al., 2015). Τα τελευταία χρόνια, ελάχιστες επιστημονικές προσπάθειες έχουν στραφεί και σε πιο σύγχρονα θέματα της Αστροφυσικής, συμπεριλαμβανομένης και της γνωστικής περιοχής της εξέλιξης των αστέρων (Colantonio et al., 2016˙ Colantonio et al., 2018). Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στον σχεδιασμό μίας ΔΜΑ μικρής εμβέλειας που επικεντρώνεται στην γνωστική περιοχή της εξέλιξης των αστέρων και απευθύνεται σε μαθητές Λυκείου. Επιπλέον, επιχειρείται μία πρώτη πιλοτική εφαρμογή της ΔΜΑ στο πλαίσιο σχολικού ομίλου, με σκοπό να αξιολογηθεί η ποιότητα, η καταλληλότητα και η αποτελεσματικότητα των μαθησιακών δραστηριοτήτων και των εκπαιδευτικών μέσων που χρησιμοποιήθηκαν, ως προς την επίτευξη των μαθησιακών στόχων που τέθηκαν. Ειδικότερα, τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας εργασίας είναι τα εξής:

1) Ποιες εναλλακτικές αντιλήψεις διατηρούν οι μαθητές σχετικά με τους αστέρες και την αστρική εξέλιξη;

2) Σε ποιο βαθμό συμβάλλει η ΔΜΑ στην βελτίωση της εννοιολογικής κατανόησης των μαθητών στην γνωστική περιοχή της εξέλιξης των αστέρων;

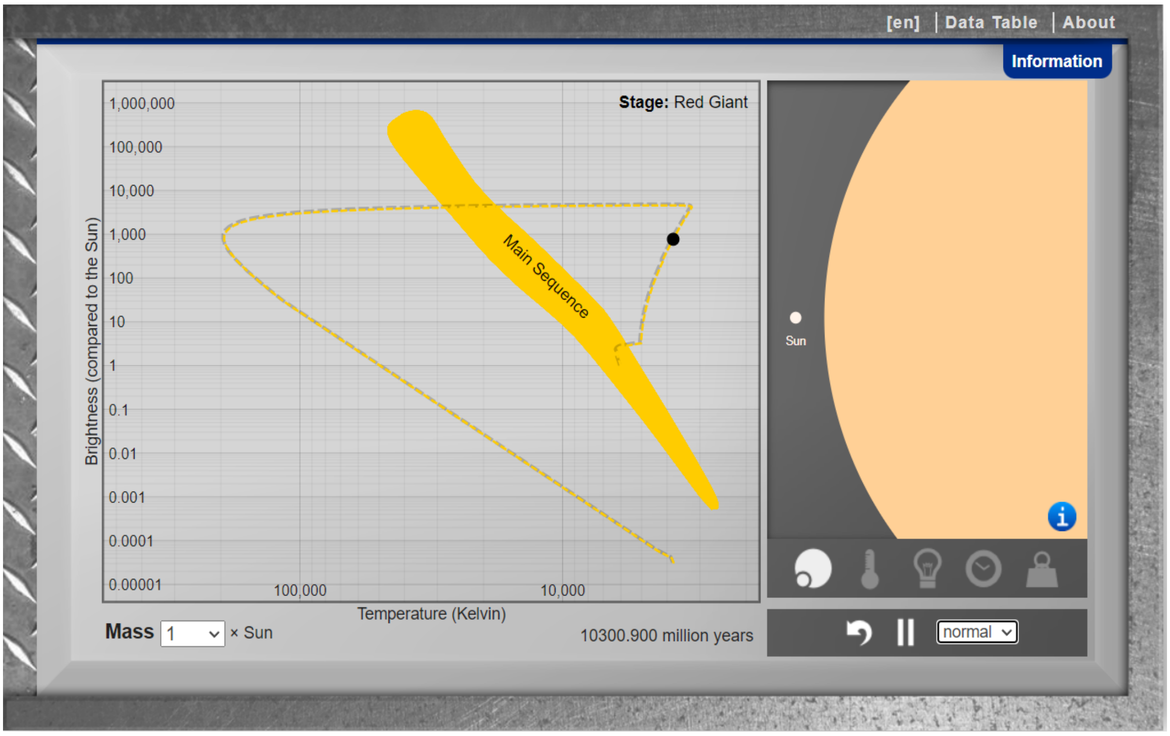
3) Σε ποιο βαθμό συμβάλλει η ΔΜΑ στην καλλιέργεια δεξιοτήτων διερεύνησης και πειραματισμού στους μαθητές;

2. Μεθοδολογία

Μία ΔΜΑ αποτελεί μία, μικρής διάρκειας, σειρά διδακτικών παρεμβάσεων που εστιάζει σε μία συνεκτική γνωστική περιοχή των Φυσικών Επιστημών (Psillos & Kariotoglou, 2016). Η κατάρτιση και η επαναληπτική αξιολόγηση Διδακτικών Μαθησιακών Ακολουθιών για την διδασκαλία σύγχρονων θεμάτων Φυσικής αποτελεί μία κυρίαρχη ερευνητική τάση στο πεδίο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία εστιάζει στον σχεδιασμό, την ανάπτυξη, την υλοποίηση και την αξιολόγηση μίας ΔΜΑ που επικεντρώνεται στην γνωστική περιοχή της εξέλιξης των αστέρων.

Για τον κατάλληλο μετασχηματισμό του επιστημονικού περιεχομένου σε σχολική γνώση αξιοποιήθηκε το θεωρητικό μοντέλο της «εκπαιδευτικής αναδόμησης» (Duit et al., 2012), σύμφωνα με το οποίο ένας τέτοιος μετασχηματισμός καθίσταται επιτυχής, όταν το επιστημονικό περιεχόμενο προς διδασκαλία αναλύεται σε βάθος, προσδιορίζεται η εκπαιδευτική του αξία και λαμβάνονται υπόψη ερευνητικά δεδομένα σχετικά με την αποτελεσματική διδασκαλία και μάθηση του.

Στην παρούσα μελέτη, καταρτίστηκε μία ΔΜΑ περιορισμένης εμβέλειας (8 διδακτικών ωρών σε τάξη ή 4 συναντήσεων σε σχολικό όμιλο) προς την επίτευξη δέκα μαθησιακών στόχων, αναφέροντας, ενδεικτικά, τους εξής:

- Οι μαθητές να προσδιορίζουν την φωτεινότητα και την θερμοκρασία ενός αστέρα, γνωρίζοντας τη θέση του στο διάγραμμα Hertzsprung – Russell.
- Οι μαθητές να περιγράφουν τα τρία βασικά στάδια εξέλιξης του Ήλιου (κύρια ακολουθία, ερυθρός γίγαντας, λευκός νάνος).
- Οι μαθητές να εξάγουν το συμπέρασμα ότι οι ιδιότητες ενός αστέρα αλλάζουν κατά την διάρκεια της ζωής του μέσα από διερευνητικές διαδικασίες.
- 

Εικόνα 1: Το περιβάλλον της προσομοίωσης «Star in a Box»

Η ΔΜΑ που καταρτίστηκε αποτελείται από δραστηριότητες εξοικείωσης με το διάγραμμα Hertzsprung – Russell, δραστηριότητες που επικεντρώνονται στην μελέτη και την αξιοποίηση του διαγράμματος Hertzsprung – Russell για την εξαγωγή πληροφοριών, διερευνητικής φύσης δραστηριότητες για την μελέτη της εξέλιξης του Ήλιου, των τελικών καταστάσεων των αστέρων και την μεταβολή των ιδιοτήτων ενός αστέρα κατά την διάρκεια της εξέλιξής τους, καθώς και δραστηριότητες που στοχεύουν στην προαγωγή της κριτικής σκέψης των μαθητών.

Σε πολλές δραστηριότητες, πέραν των φύλλων εργασίας που χρησιμοποιήθηκαν, αξιοποιήθηκε και η εκπαιδευτική προσομοίωση Star in a Box (Brown et al., 2013), η οποία συνιστά ένα διαδραστικό μέσο για την μελέτη του διαγράμματος Hertzsprung – Russell και του κύκλο ζωής αστέρων με διαφορετική μάζα (Εικ. 1).

3. Αποτελέσματα

Η συλλογή δεδομένων για την αξιολόγηση και την αναθεώρηση της ΔΜΑ πραγματοποιήθηκε μέσω παρατήρησης, συμπλήρωσης ερωτηματολογίων από τους μαθητές και διενέργειας ημιδομημένων συνεντεύξεων. Ενδεικτικά, καταρτίστηκε ένα ερωτηματολόγιο ερωτήσεων κλειστού τύπου για την αξιολόγηση της εννοιολογικής κατανόησης των μαθητών σχετικά με την αστρική εξέλιξη, το οποίο συμπληρώθηκε πριν και μετά από την διδακτική παρέμβαση. Στο ερωτηματολόγιο αυτό συμπεριλήφθηκαν ορισμένες ερωτήσεις από το ερωτηματολόγιο «Star Properties Concept Inventory» (Bailey, 2007), οι οποίες μεταφράστηκαν στην ελληνική γλώσσα. Τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας θα παρουσιαστούν αναλυτικά στο συνέδριο.

4. Βιβλιογραφία

Agan, L. (2004). Stellar ideas: Exploring students' understanding of stars. *Astronomy Educ. Review, 3*(1). http://dx.doi.org/10.3847/AER2004008

Bailey, J. M. (2007). Development of a concept inventory to assess students' understanding and reasoning difficulties about the properties and formation of stars. *Astronomy Education Review 6*(2). http://dx.doi.org/10.3847/AER2007028

Bektaşli, B. (2014). In-service science teachers' astronomy misconceptions. *Mediterranean Journal of Educational Research, 15*.

Brown, T. M., Baliber, N., Bianco, F. B., Bowman, M., Burleson, B., Conway, P., ... & Willis, M. (2013). Las Cumbres Observatory global telescope network. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 125*(931), 1031-1055. http://dx.doi.org/10.1086/673168

Colantonio, A., Galano, S., Leccia, S., Puddu, E., & Testa, I. (2016). A teaching module about stellar structure and evolution. *Physics Education, 52*(1), 015012. http://dx.doi.org/10.1088/1361-6552/52/1/015012

Colantonio, A., Galano, S., Leccia, S., Puddu, E., & Testa, I. (2018). Design and development of a learning progression about stellar structure and evolution. *Physical Review Physics Education Research, 14(1)*, 010143. http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010143

Duit, R., Gropengieber, H., Kattmann, U., Komorek, M. & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction – A framework for improving teaching and learning science. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *Science Education Research and Practice in Europe Retrospective and Prospective* (pp. 13–37). Rotterdam, Sense Publishers research and development in Science Education.

Favia, A., Comins, N. F., Thorpe, G. L., & Batuski, D. J. (2014). A direct examination of college student misconceptions in astronomy: *A new instrument. J. Rev. Astron. Educ. Outreach, 1*(1), A21-A39.

Gali, F. (2021). Secondary school children's understanding of basic astronomy concepts. *Journal of Studies in Social Sciences and Humanities, 7(3)*, 328-342.

Horvath, J., & Moraes, P. (2021). Should we teach general relativity in high school? Why and how? *Astronomy Educ. Review*, *1*(1). http://dx.doi.org/10.32374/AEJ.2021.1.1.008

Hsu, Y. S. (2008). Learning about seasons in a technologically enhanced environment: The impact of teacher-guided and student-centered instructional approaches on the process of students' conceptual change. *Science Education, 92*(2), 320-344.
http://dx.doi.org/10.1002/sce.20242

Krstovic, M., Brown, L., Chacko, M., & Trinh, B. (2008). Grade 9 astronomy study: Interests of boys and girls studying astronomy at Fletcher's Meadow secondary school. *Astronomy Educ. Review, 7* (2),18-24. http://dx.doi.org/10.3847/AER2008017

Plummer, J. D., Palma, C., Flarend, A., Rubin, K., Ong, Y. S., Botzer, B., ... & Furman, T. (2015). Development of a learning progression for the formation of the solar system. *International Journal of Science Education, 37*(9), 1381-1401.
http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2015.1036386

Pinochet, J. (2019). Five misconceptions about black holes. *Physics Education, 54*(5), 055003.
http://dx.doi.org/10.1088/1361-6552/ab26c3

Psillos, D., & Kariotoglou, P. (2016). Theoretical issues related to designing and developing teaching-learning sequences. In D. Psillos, & P. Kariotoglou (eds) *Iterative design of teaching-learning sequences: Introducing the science of materials in European schools*, 11-34. Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_2

Testa, I., Galano, S., Leccia, S., & Puddu, E. (2015). Development and validation of a learning progression for change of seasons, solar and lunar eclipses, and moon phases. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research, 11*(2), 020102.
http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020102

Αξιολόγηση ικανοτήτων Κλιματικής Αλλαγής από μελλοντικούς/ές εκπαιδευτικούς Α/θμιας εκπαίδευσης

Ελένη Μποτζάκη, Δημήτρης Σταύρου
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η παρούσα διδακτορική έρευνα εστιάζει στην εκπαίδευση εκπαιδευτικών στην αξιολόγηση ικανοτήτων Κλιματικής Αλλαγής (Κ.Α.) που απαιτούνται για τη διαμόρφωση κλιματικά εγγράμματων πολιτών. Ειδικότερα, θα αναπτυχθεί ένα πλαίσιο διαμορφωτικής αξιολόγησης ικανοτήτων Κ.Α. και θα διερευνηθεί ο τρόπος ανάπτυξης εργαλείων και δραστηριοτήτων αξιολόγησης ικανοτήτων Κ.Α. από μελλοντικούς/ές εκπαιδευτικούς βάσει αυτού του πλαισίου. Η παρούσα εργασία θα επικεντρώσει στην εξέλιξη της πιλοτικής εφαρμογής και θα παρουσιαστούν τα πρώτα αποτελέσματα από την εφαρμογή του πλαισίου διαμορφωτικής αξιολόγησης ικανοτήτων που καλλιεργούνται σε μια διδασκαλία Κ.Α., καθώς και από την αξιοποίηση παραδειγμάτων σχεδιασμού και χρήσης εργαλείων αξιολόγησης αυτών των ικανοτήτων.

Abstract

This doctoral research focuses on teacher education in assessing Climate Change (CC) competencies, required for shaping climate literate citizens. Specifically, a formative assessment framework of CC competencies will be developed, and the development of tools and activities for the assessment of CC competencies by pre-service teachers based on this framework will be explored. This paper will focus on the progress of the pilot implementation. Preliminary results from the implementation of the formative assessment framework of CC competencies as well as the use of examples of the design and use of assessment tools about CC competencies will be presented.

Λέξεις κλειδιά: *Αξιολόγηση, Ικανότητες Κλιματικής Αλλαγής, Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών*
Keywords: Assessment, Climate Change competencies, Teacher Education

1. Εισαγωγή

Η Κλιματική Αλλαγή (Κ.Α.) αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα των τελευταίων ετών, έχοντας πολυεπίπεδες επιρροές στη ζωή των ανθρώπων. Σύμφωνα με το IPCC (Mukherji et al., 2023), η Κ.Α. οφείλεται κυρίως σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες που επιβαρύνουν το περιβάλλον, καθιστώντας αναγκαία τη ριζική αλλαγή στη στάση των πολιτών απέναντι στο συγκεκριμένο ζήτημα, η οποία δύναται να επιτευχθεί μέσω της εκπαίδευσης (Irwin, 2020). Ειδικότερα, η εκπαίδευση για την Κ.Α. οφείλει να εστιάσει στην καλλιέργεια ικανοτήτων Κ.Α., ένα συνδυασμό δηλαδή γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων, με τις οποίες οφείλουν να είναι εξοπλισμένοι οι κλιματικά εγγράμματοι πολίτες, καθιστώντας τους ικανούς να μετριάσουν τις συνέπειες της Κ.Α. και να προσαρμοστούν εν μέρει σε αυτές (Bianchi et al., 2022). Κατά την προσπάθεια οριοθέτησης των ικανοτήτων Κ.Α. έχουν διαμορφωθεί ποικίλα πλαίσια, εκ των οποίων τα πιο διαδεδομένα είναι των Wiek et al., (2011) και το ευρωπαϊκό πλαίσιο GreenComp (Bianchi et al., 2022), αναφέροντας ως ικανότητες Κ.Α. τη συστημική σκέψη, τον εγγραμματισμό για το μέλλον (future thinking), την ανάληψη δράσης κ.ά.. Για την καλλιέργεια ικανοτήτων Κ.Α. προτείνονται σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις με επίκεντρο τον/την μαθητευόμενο/η, που να καθιστούν δυνατή την υποστήριξη της ενεργού μάθησης και την επίτευξη αυτού του σύνθετου μαθησιακού στόχου (Favier, 2021; UNESCO, 2017). Στο πλαίσιο αυτών των σύγχρονων διδακτικών προσεγγίσεων, η διδασκαλία και η αξιολόγηση ορίζονται ως αλληλεπιδρώσες διαδικασίες, ενώ παράλληλα η αξιολόγηση αναδεικνύεται ως μια διαδικασία υποστήριξης της διδασκαλίας καθόλη τη διάρκειά της (Pellegrino, 2014).

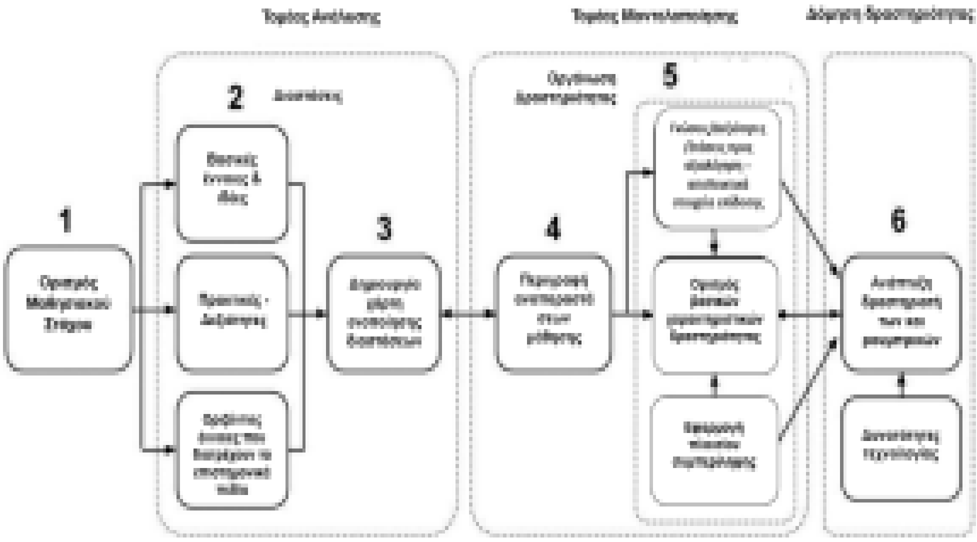
Ωστόσο, η αξιολόγηση ικανοτήτων Κ.Α. αδυνατεί να υποστηριχθεί επαρκώς από συμβατικές μεθόδους αξιολόγησης που εστιάζουν κυρίως στο τελικό αποτέλεσμα της μαθησιακής διαδικασίας και στην απόκτηση γνώσης (Grangeat et al., 2021). Για την αξιολόγηση ικανοτήτων, η βιβλιογραφία προτείνει μορφές αξιολόγησης που να υποστηρίζουν την ενεργό συμμετοχή των εκπαιδευομένων, καθώς και τη συλλογή πληροφοριών από τη μαθησιακή πορεία τους σχετικά με την πρόοδο και τις ανάγκες τους, ώστε βάσει αυτών ο εκπαιδευτικός να σχεδιάσει τα επόμενα βήματα της διδασκαλίας (Redman et al., 2021). Μια μορφή αξιολόγησης που δύναται να ικανοποιήσει αυτές τις απαιτήσεις, είναι η διαμορφωτική αξιολόγηση (Annelin & Boström, 2022). Ωστόσο, έρευνες σχετικά με το πλαίσιο αξιολόγησης των ικανοτήτων Κ.Α. είναι περιορισμένες (Redman et al., 2021) και εστιασμένες στη γνωστική διάσταση (Favier, 2021). Επιπλέον, από τη βιβλιογραφία προκύπτει ότι οι εκπαιδευτικοί δε διαθέτουν τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες σχετικά με την αξιολόγηση ικανοτήτων, ως εκ τούτου χρειάζονται κατάλληλη υποστήριξη για την υιοθέτηση σύγχρονων προσεγγίσεων αξιολόγησης, όπως η διαμορφωτική (Schildkamp et al., 2020).

Με βάση τα παραπάνω, προκύπτει η ανάγκη αφενός για ανάπτυξη ενός πλαισίου διαμορφωτικής αξιολόγησης των ικανοτήτων που απαιτούνται για την Κ.Α., και αφετέρου για διερεύνηση του τρόπου σχεδιασμού και ανάπτυξης πρακτικών και εργαλείων αξιολόγησης των ανωτέρω ικανοτήτων από τους/τις ίδιους/ες τους/τις εκπαιδευτικούς (Redman et al., 2021). Ως εκ τούτου στόχος της παρούσας εργασίας είναι η εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών στην ανάπτυξη εργαλείων και πρακτικών για τη διαμορφωτική αξιολόγηση ικανοτήτων που καλλιεργούνται σε μια διδασκαλία Κ.Α.. Το κύριο ερευνητικό ερώτημα που διατρέχει την παρούσα εργασία είναι, «*Πώς αναπτύσσουν οι μελλοντικοί/ές εκπαιδευτικοί εργαλεία και δραστηριότητες διαμορφωτικής αξιολόγησης ικανοτήτων που καλλιεργούνται σε μια διδασκαλία Κλιματικής Αλλαγής;*».

2. Μεθοδολογία

Θεωρητικό Πλαίσιο

Για την υποστήριξη σχεδιασμού και ανάπτυξης εργαλείων και δραστηριοτήτων αξιολόγησης από τους/τις εκπαιδευτικούς θα αξιοποιηθεί το πλαίσιο των Harris et al. (2019), (βλ. Σχήμα 1), σύμφωνα με το οποίο αρχικά ορίζεται ο μαθησιακός στόχος, ο οποίος στη συνέχεια αναλύεται σε α. βασικές έννοιες και ιδέες, β. πρακτικές και δεξιότητες και γ. οριζόντιες έννοιες. Έπειτα, μελετώνται οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις, περιγράφονται οι επιθυμητές επιδόσεις και ορίζονται οι ενδείξεις που χρειάζονται για την παρακολούθηση της προόδου των εκπαιδευομένων, καθώς και το ποια χαρακτηριστικά δραστηριοτήτων βοηθούν στην συλλογή αυτών των ενδείξεων (π.χ. μορφή εργασίας). Τέλος, η ανάπτυξη εργαλείων και δραστηριοτήτων αξιολόγησης ολοκληρώνεται με πιθανή αξιοποίηση και τεχνολογικών μέσων (Harris et al., 2019).



Σχήμα 1. Πλαίσιο σχεδιασμού εργαλείων και δραστηριοτήτων αξιολόγησης (Harris et al., 2019)

Περιγραφή Εμπειρικής έρευνας

Ο σχεδιασμός της εμπειρικής έρευνας χωρίζεται σε τρεις φάσεις.

Φάση Α: Κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση θα πραγματοποιηθεί μια αρχική διερεύνηση των στρατηγικών, πρακτικών και εργαλείων διαμορφωτικής αξιολόγησης ικανοτήτων που αξιοποιούνται σε διδασκαλίες Κ.Α., καθώς και του πλαισίου εκπαίδευσης μελλοντικών εκπαιδευτικών ως προς προτεινόμενες από τη βιβλιογραφία γνώσεις και δεξιότητες για αξιολόγηση των ικανοτήτων Κ.Α.. Η ανάλυση της βιβλιογραφίας θα αξιοποιηθεί για α. τη διαμόρφωση ενός πλαισίου διαμορφωτικής αξιολόγησης ικανοτήτων, που θα διέπεται από αρχές και στρατηγικές διαμορφωτικής αξιολόγησης στις Φυσικές Επιστήμες και β. τη δημιουργία παραδειγμάτων σχεδιασμού και αξιοποίησης εργαλείων διαμορφωτικής αξιολόγησης ικανοτήτων. Κατά τη διαμόρφωση του πλαισίου και των παραδειγμάτων, θα ληφθεί υπόψη το πλαίσιο των Harris et al. (2019), προσαρμοσμένο στις αρχές της διαμορφωτικής αξιολόγησης (Pellegrino, 2014), καθώς και υφιστάμενο διδακτικό υλικό από προγράμματα Erasmus+, που συμμετέχει η ερευνητική ομάδα μας, εφαρμοσμένο σε μελλοντικούς/ές εκπαιδευτικούς και σε μαθητές/τριες.

Φάση Β: Το ανωτέρω πλαίσιο σε συνδυασμό με τα παραδείγματα που θα έχουν αναπτυχθεί, θα δοκιμαστούν σε μια σύντομη πιλοτική εφαρμογή που λαμβάνει χώρα την τρέχουσα περίοδο, με 18 μελλοντικούς/ές εκπαιδευτικούς Α/θμιας Εκπαίδευσης στο πλαίσιο σεμιναρίου του ΠΤΔΕ Κρήτης. Το σεμινάριο θα διεξαχθεί μέσα σε ένα ομαδοσυνεργατικό πλαίσιο και οι συμμετέχοντες/ουσες θα εργαστούν χωρισμένοι/ες σε ομάδες των τριών ατόμων.

Πιο αναλυτικά, η δομή της πιλοτικής έρευνας θα αποτελείται από δύο μέρη. Στο *πρώτο μέρος* θα αφιερωθούν κάποιες συναντήσεις στην εξοικείωση των συμμετεχόντων/ουσών με α. βασικές έννοιες της Κ.Α., β. βασικές αρχές αξιολόγησης ικανοτήτων για την Κ.Α. και γ. εργαλεία και στρατηγικές διαμορφωτικής αξιολόγησης ικανοτήτων σε διδασκαλία Κ.Α.. Το *δεύτερο μέρος* θα αφορά την ενσωμάτωση της διάστασης της αξιολόγησης από τους/τις μελλοντικούς/ές εκπαιδευτικούς σε ήδη υπάρχον διδακτικό υλικό Κ.Α., προσθέτοντας δραστηριότητες αξιολόγησης ικανοτήτων Κ.Α. ή εμπλουτίζοντας τις ήδη υπάρχουσες με στοιχεία διαμορφωτικής αξιολόγησης.

Τα δεδομένα της πιλοτικής έρευνας θα αξιοποιηθούν στον ανασχεδιασμό του πλαισίου και των παραδειγμάτων διαμορφωτικής αξιολόγησης, ώστε να αποκτήσουν την τελική μορφή τους και να αξιοποιηθούν στην επόμενη φάση της έρευνας.

Φάση Γ: Η κυρίως έρευνα θα διεξαχθεί σε αυτή τη φάση με τη συμμετοχή 15-20 μελλοντικών εκπαιδευτικών Α/θμιας Εκπαίδευσης. Η δομή της κυρίως έρευνας θα διαμορφωθεί βάσει των αποτελεσμάτων της πιλοτικής εφαρμογής και θα αποτελείται από δύο μέρη. Στο *πρώτο μέρος* θα γίνει η εξοικείωση των συμμετεχόντων/ουσών σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές που θα έχουν διαμορφωθεί και βελτιωθεί από τη Φάση Β (πιλοτική εφαρμογή). Επιπλέον, θα παρουσιαστούν ως παραδείγματα σχεδιασμού και αξιοποίησης εργαλείων διαμορφωτικής αξιολόγησης, δραστηριότητες του διδακτικού υλικού που διαμορφώθηκε στην προηγούμενη φάση, ούσες εμπλουτισμένες με εργαλεία (π.χ. ρουμπρίκα) και πρακτικές διαμορφωτικής αξιολόγησης ικανοτήτων (π.χ. ανατροφοδότηση από ομότιμους/peer-feedback). Στο *δεύτερο μέρος*, οι μελλοντικοί/ές εκπαιδευτικοί θα αναπτύξουν σενάρια διδασκαλίας για την Κ.Α., τα οποία θα υποστηρίζονται από εργαλεία και δραστηριότητες αξιολόγησης ικανοτήτων Κ.Α.,

αξιοποιώντας το πλαίσιο διαμορφωτικής αξιολόγησης ικανοτήτων, που θα έχει διαμορφωθεί μετά τη πιλοτική εφαρμογή. Τέλος, θα λάβει χώρα μια μικρής έκτασης εφαρμογή σε περίπου 20–30 μαθητές/τριες συνολικά, ώστε οι μελλοντικοί/ές εκπαιδευτικοί να λάβουν ανατροφοδότηση για την αποτελεσματικότητα των αναπτυσσόμενων εργαλείων και δραστηριοτήτων αξιολόγησης ικανοτήτων ΚΑ..

Συλλογή & Ανάλυση Δεδομένων

Δεδομένα από την πιλοτική εφαρμογή (Φάση Β) θα συλλεχθούν από α. ερωτηματολόγια για αποτύπωση των αρχικών απόψεων των μελλοντικών εκπαιδευτικών σχετικά με την αξιολόγηση ικανοτήτων Κ.Α., β. το υλικό που θα διαμορφώσουν στο πλαίσιο του σεμιναρίου και γ. την ηχητική καταγραφή των συζητήσεων κατά τη διάρκεια των συναντήσεων. Ως μέσα συλλογής δεδομένων της κυρίως έρευνας (Φάση Γ) θα αξιοποιηθούν: α. ερωτηματολόγια για αποτύπωση των αρχικών απόψεων των μελλοντικών εκπαιδευτικών σχετικά με την αξιολόγηση ικανοτήτων Κ.Α., β. τα σενάρια διδασκαλίας, τα εργαλεία και οι δραστηριότητες αξιολόγησης ικανοτήτων Κ.Α. που θα αναπτύξουν οι συμμετέχοντες/ουσες, γ. ηχητική καταγραφή των συζητήσεων κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των ανωτέρων στις οποίες μεταξύ άλλων θα αποτυπώνονται οι ανάγκες, οι δυσκολίες τους, ο τρόπος αξιοποίησης των παραδειγμάτων που τους δίνονται, καθώς και ο τρόπος ανάπτυξης των εργαλείων/ δραστηριοτήτων αξιολόγησης ικανοτήτων για την Κ.Α. και δ. συνεντεύξεις αναστοχασμού μετά την εφαρμογή του υλικού που θα αναπτύξουν στους/στις μαθητές/τριες.

Λόγω της διερευνητικής φύσης της έρευνας για την ανάλυση των δεδομένων θα αξιοποιηθούν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου (Bryman, 2016). Τα δεδομένα θα αναλυθούν ως προς α. τον τρόπο που οι μελλοντικοί/ές εκπαιδευτικοί ενσωματώνουν αρχές διαμορφωτικής αξιολόγησης ικανοτήτων Κ.Α. στα εργαλεία και στις δραστηριότητες που αναπτύσσουν, β. το ποια είδη εργαλείων και δραστηριοτήτων επιλέγουν για την διαμορφωτική αξιολόγηση ικανοτήτων Κ.Α., καθώς και γ. τον τρόπο με τον οποίο τα ενσωματώνουν σε μια διδασκαλία Κ.Α..

3. Αναμενόμενα αποτελέσματα

Η παρούσα εργασία αναμένεται να παρουσιάσει δεδομένα που αφορούν την εξέλιξη της πορείας της πιλοτικής εφαρμογής. Πιο συγκεκριμένα, θα παρουσιαστούν α. το πλαίσιο διαμορφωτικής αξιολόγησης ικανοτήτων Κ.Α. και β. τα όποια παραδείγματα θα έχουν διαμορφωθεί, καθώς και γ. το πώς έχουν αξιοποιηθεί στο πλαίσιο της πιλοτικής εφαρμογής. Αυτά τα δεδομένα θα συμβάλλουν στη βελτίωση του πλαισίου και των παραδειγμάτων, καθώς και στον σχεδιασμό και την διεξαγωγή της κυρίως έρευνας.

4. Βιβλιογραφία

Annelin, A., & Boström, G. O. (2022). An assessment of key sustainability competencies: a review of scales and propositions for validation. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 24(9), 53-69. https://doi.org/10.1108/IJSHE-05-2022-0166

Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera, M. (2022). GreenComp. The European Sustainability Competence Framework.

Bryman, A. (2016). *Social research methods*. Oxford university press.

Favier, T., Van Gorp, B., Cyvin, J. B., & Cyvin, J. (2021). Learning to teach climate change: students in teacher training and their progression in pedagogical content knowledge. *Journal of Geography in Higher Education*, 45(4), 594-620. https://doi.org/10.1080/03098265.2021.1900080

Grangeat, M., Harrison, C., & Dolin, J. (2021). Exploring assessment in STEM inquiry learning classrooms. *International Journal of Science Education*, 43(3), 345-361. https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1903617

Harris, C. J., Krajcik, J. S., Pellegrino, J. W., & DeBarger, A. H. (2019). Designing knowledge-in-use assessments to promote deeper learning. *Educational measurement: issues and practice*, 38(2), 53- 67. https://doi.org/10.1111/emip.12253

Irwin, R. (2020). Climate change and education. *Educational Philosophy and Theory*, 52(5), 492-507. https://doi.org/10.1080/00131857.2019.1642196

Mukherji, A., Thorne, P., Cheung, W. W. L., Connors, S. L., Garschagen, M., Geden, O., ... & Yassaa, N. (2023). Synthesis Report Of The IPCC Sixth Assessment Report (AR6). United Nations. Pellegrino, J. W. (2014). Assessment as a positive influence on 21st century teaching and learning: A systems approach to progress. *Psicología Educativa*, 20(2), 65-77. https://doi.org/10.1016/j.pse.2014.11.002

Redman, A., Wiek, A., & Barth, M. (2021). Current practice of assessing students' sustainability competencies: A review of tools. *Sustainability Science*, 16, 117-135. https://doi.org/10.1007/s11625-020-00855-1

Schildkamp, K., van der Kleij, F. M., Heitink, M. C., Kippers, W. B., & Veldkamp, B. P. (2020). Formative assessment: A systematic review of critical teacher prerequisites for classroom practice. *International Journal of Educational Research*, 103, 101602. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101602

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). *Education for Sustainable Development Goals*; UNESCO: Paris, France, 2017.

Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability science*, 6, 203-218. https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6

Χρήση εργαλείων STEM και Εκπαιδευτικής Ρομποτικής για τη μελέτη εννοιών των Φυσικών Επιστημών και της Αειφορίας στο πλαίσιο της Πολιτισμικής Ιστορικής Θεωρίας της Δραστηριότητας

Γεώργιος Κουκούλης, Κατερίνα Πλακίτση

Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται ο σχεδιασμός και η εφαρμογή μιας εκπαιδευτικής παρέμβασης STEM η οποία σχεδιάστηκε βάση των αρχών της Πολιτισμικής-Ιστορικής Θεωρίας της Δραστηριότητα και εφαρμόστηκε σύμφωνα με τον Επεκτατικό Κύκλο Μάθησης. Γίνεται μια προσπάθεια εφαρμογής των Διαδικασιών Επιστημονικής Μεθόδου, για τη διερεύνηση και κατανόηση των νόμων της φύσης, και των Διαδικασιών Μηχανικής Σχεδίασης, για την παραγωγή μιας κατασκευής ή μιας εφαρμογής πάνω στις νέες γνώσεις που αποκτήθηκαν από τους μαθητές. Η έρευνα έχει ως σκοπό να διερευνήσει εάν η παρέμβαση αυτή μπορεί να βοηθήσει μαθητές Ε' και ΣΤ' Δημοτικού να κατανοήσουν θέματα που άπτονται των φυσικών επιστημών και παράλληλα εάν μπορεί να καλλιεργήσει τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων με ρομποτικές κατασκευές.

Abstract

In this paper, the design and implementation of a STEM educational intervention is attempted, which was designed based on the principles of the Cultural-Historical Theory of Activity and implemented according to the Expanding Learning Cycle. An attempt is made to apply the Scientific Method Processes, to investigate and understand the laws of nature, and the Engineering Design Processes, to produce a product or an application based on the new knowledge acquired by the students. The purpose of the research is to investigate whether this intervention can help students understand topics related to science and at the same time whether it can cultivate the scientific way of thinking and the development of problem solving skills with robotic constructions.

Λέξεις κλειδιά: ταχύτητα, φωτοβολταϊκά, Επεκτατικός Κύκλος Μάθησης, Διαδικασίες Επιστημονικής Μεθόδου, Διαδικασίες Μηχανικής Σχεδίασης

Key words: speed, photovoltaics, Expansive Learning Design, Steps of Scientific Method, Engineering Design Process

1. Εισαγωγή

Η Πολιτισμική Ιστορική Θεωρία της Δραστηριότητας

Η Πολιτισμική Ιστορική Θεωρία της Δραστηριότητας (Cultural-Historical Activity Theory CHAT) αποτελεί μια θεωρητική προσέγγιση που επικεντρώνεται στη μελέτη των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο πλαίσιο του πολιτισμού και της ιστορίας. Στο πεδίο της εκπαίδευσης, και όχι μόνο, χρησιμοποιείται για να κατανοήσει και να αναλύσει τις πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ανθρώπων και των εργαλείων μέσα στα περιβάλλοντα στα οποία λειτουργούν(Πλακίτση κ.ά., 2018).

Από τις βασικές αρχές της Θεωρίας της Δραστηριότητας στην παρούσα έρευνα μπορούμε να διακρίνουμε τρεις:

α) Η δραστηριότητα δομείται ιεραρχικά σε τρία επίπεδα: Δραστηριότητες-Δράσεις Λειτουργίες (Leontev, 1978)

β) Τα εργαλεία, απτά ή νοητικά, διαμεσολαβούν στη μάθηση (Hasan & Kazlauskas, 2014)

γ) Ο επεκτατικός κύκλος μάθησης (ΕΚΜ) αποτελεί μια μορφή μετασχηματισμού στη δραστηριότητας (Engeström, 2007)

Η εκπαίδευση STEM

Η εκπαίδευση STEM αναφέρεται σε μια διεπιστημονική εκπαιδευτική προσέγγιση που επικεντρώνεται στις επιστήμες (Science), την τεχνολογία (Technology), τη μηχανική (Engineering) και τα μαθηματικά (Mathematics). Στόχος της εκπαίδευσης STEM είναι η προώθηση της επιστημονικής και τεχνολογικής κατανόησης, της κριτικής σκέψης, του προβληματισμού και των δεξιοτήτων σχετικά με την εφαρμογή αυτών των γνώσεων σε πρακτικές καταστάσεις (Peters-Burton κ.ά., 2019).

Στην παρούσα έρευνα επιχειρείται η εφαρμογή της εκπαίδευσης STEM στα πλαίσια του επεκτατικού κύκλου μάθησης. Με αυτόν τον τρόπο η εκπαίδευση STEM δεν περιορίζεται απλά στη συλλογή μαθησιακών δραστηριοτήτων από διαφορετικές επιστήμες. Αντίθετα, αποτελεί μια ολοκληρωμένη διδακτική προσέγγιση που ενσωματώνει διάφορα στάδια ενός επεκτατικού κύκλου μάθησης. Αυτά τα στάδια περιλαμβάνουν τη διατύπωση ερωτήσεων, την ανάλυση των προβλημάτων, τη μοντελοποίηση των λύσεων, την εφαρμογή των μοντέλων σε πρακτικές καταστάσεις, την ενσωμάτωση των γνώσεων, την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και την αποδοχή των ευρημάτων (Πλακίτση κ.ά., 2018).

Η σημασία της έρευνας έγκειται στο γεγονός ότι αναδεικνύει τον τρόπο που η επιστημονική μεθοδολογία και η μηχανική σχεδίαση μπορούν να εφαρμοστούν στην παιδαγωγική διαδικασία ώστε να βοηθήσουν τη διδασκαλία και τη μάθηση. Επιπλέον, μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη μιας καινοτόμου εκπαιδευτικής μεθόδου που ενσωματώνει τις προαναφερθείσες μεθόδους στην παιδαγωγική Θεωρία της Δραστηριότητας, ενθαρρύνοντας τη χρήση των ΤΠΕ και της Ρομποτικής στην εκπαίδευση.

Ερευνητικά ερωτήματα

Τα δυο βασικά ερευνητικά ερωτήματα είναι:

Α) Σε τι βαθμό συμβάλει ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα, σχεδιασμένο βάση του Επεκτατικού Κύκλου Μάθησης, στο να κατακτήσουν οι μαθητές έννοιες των φυσικών επιστημών που αφορούν την ταχύτητα και τα φωτοβολταϊκά;

Β) Σε τι βαθμό συμβάλει η εκπαίδευση STEM, όπως σχεδιάστηκε σύμφωνα με τη θεωρία της δραστηριότητας και αναπτύχθηκε βάση του ΕΚΜ, στην ανάπτυξη της Επιστημονικής Μεθοδολογίας και της Μηχανικής Σχεδίαση σε παιδιά Ε’ και ΣΤ’ τάξης Δημοτικού Σχολείου;

2. Μεθοδολογία

Στην παρούσα διδακτική παρέμβαση STEM επιχειρείται η διδασκαλία της έννοιας της ταχύτητας και των φωτοβολταϊκών. Η διεπιστημονικότητα της παρέμβασης αναλύεται ως εξής: όσον αφορά τις φυσικές επιστήμες θα χρησιμοποιηθούν οι Διαδικασίες Επιστημονικής Μεθόδου (ΔΕΜ) για την διερεύνηση και την κατανόηση της ταχύτητας και της λειτουργίας των φωτοβολταϊκών. Στην παρέμβαση αυτή ο υπολογιστής θα χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο προγραμματισμού, καταγραφής αποτελεσμάτων-συμπερασμάτων και επικοινωνίας. Οι Διαδικασίες Μηχανικής Σχεδίασης (ΔΜΣ) θα χρησιμοποιηθούν για τη μετατροπής της επιστημονικής γνώσης σε προϊόν ή υπηρεσία με τη χρήση των εκπαιδευτικών ρομποτικών κιτ. Τέλος, τα μαθηματικά θα χρησιμοποιηθούν ως εργαλείο μέτρησης, υπολογισμών και σύγκρισης στις διερευνήσεις που θα χρειαστούν να γίνουν.

Η παρέμβαση, σύμφωνα με τον σχεδιασμό, θα διαρκέσει τέσσερις διδακτικές ώρες για κάθε ένα από τα υπό μελέτη θέματα και θα πραγματοποιηθεί από τον ερευνητή. Τα δυο θέματα δεν εμπλέκονται μεταξύ τους και η παρέμβαση για κάθε ένα από αυτά θα είναι γραμμική. Η επιλογή των διαφορετικών θεμάτων έγινε για την εξάσκηση των μαθητών σε διαφορετικούς

τομείς της φυσικής και για να προσφέρει ποικιλία ώστε να μην χάσουν το ενδιαφέρον τους οι μαθητές.

Σχεδιασμός της παρέμβασης βάση των αρχών της Θεωρίας της Δραστηριότητας

Ο επεκτατικός κύκλος μάθησης, με τον οποίο σχεδιάστηκε η εκπαιδευτική παρέμβαση, αποτελείται από τα παρακάτω βήματα: Τη φάση του προβληματισμού που περιλαμβάνει ερωτήσεις και βίντεο αφόρμησης. Την φάση της ανάλυσης των φυσικών εννοιών με τη βοήθεια των Διαδικασιών Επιστημονικής Μεθόδου (ΔΕΜ). Τη δημιουργία ενός μοντέλου ακολουθώντας τις Διαδικασίες Μηχανικής Σχεδίασης (ΔΜΣ). Την εξέταση του μοντέλου εάν πετυχαίνει τον σκοπό της αρχικής του σχεδίασης. Την εφαρμογή του μοντέλου προσαρμόζοντάς το σε νέες κατασκευές. Τέλος, υπάρχει η φάση της αξιολόγησης και της αποδοχής όπου εξετάζεται το μοντέλο στις νέες κατασκευές και ελέγχεται εάν πετυχαίνει τον σκοπό της αρχικής σχεδίασης.

Τα διαμεσολαβούμενα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στο σύστημα της δραστηριότητας, είναι τα απτά όπως ο υπολογιστής, τα ρομποτικά κιτ, κτλ, και τα νοητικά, δηλαδή οι Διαδικασίες Επιστημονικής Μεθόδου και οι Διαδικασίες Μηχανικής Σχεδίασης. Οι ΔΕΜ εντοπίζονται στα εξής βήματα του ΕΚΜ: Ανάλυση, Εξέταση Μοντέλου, Αξιολόγηση και Αποδοχή. Ενώ, οι ΔΜΣ εντοπίζονται στην κατασκευή του αρχικού μοντέλου και στην ενσωμάτωσή του σε άλλες κατασκευές.

Η Ιεραρχία της θεωρίας της Δραστηριότητας (Δραστηριότητα – Δράσεις – Ενέργειες) υιοθετείται στην κατασκευή των παραδοτέων ρομπότ από τους μαθητές. Κάθε κατασκευή αποτελείται από επιμέρους τμήματα και κάθε τμήμα απαιτεί μια σειρά από ξεχωριστές λειτουργίες κατασκευής και αλγοριθμική κωδικοποίησης αντίστοιχα. Στον προγραμματισμό και τη ρομποτική αποτελεί συνήθη διαδικασία ο παραπάνω επιμερισμός, όπου το μεγάλο πρόβλημα διαιρείται σε επιμέρους μικρότερα και η λύση αυτών οδηγεί στην επίλυση του μεγάλου αρχικού προβλήματος.

Η έρευνα

Τα ερευνητικά εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν είναι το ερωτηματολόγιο πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, τα φύλλα εργασίας με τα παραδοτέα έργα των μαθητών και το ημερολόγιο που θα διατηρεί ο εκπαιδευτικός. Η δομή του ερωτηματολογίου περιλαμβάνει εννέα ενότητες:

Α) Δημογραφικά στοιχεία μαθητών/τριών

Β) Εμπειρίες μαθητών/τριών σχετικά με την επιστημονική διαδικασία πριν την παρέμβαση

Γ) Απόψεις μαθητών για την επιστήμη πριν και μετά την παρέμβαση

Δ) Αντιλήψεις και απόψεις για τη μηχανική σχεδίαση που είχαν οι μαθητές πριν και μετά την παρέμβαση

Ε) Διερεύνηση της σχέσης ταχύτητας-απόστασης όταν ο χρόνος κίνησης παραμένει σταθερός πριν και μετά την παρέμβαση

Ζ) Διερεύνηση σχέσης ταχύτητας-χρόνου όταν η απόσταση κίνησης παραμένει σταθερή πριν και μετά την παρέμβαση

Η) Γνώσεις αντιλήψεις και απόψεις μαθητών για τα φωτοβολταϊκά πριν και μετά την παρέμβαση

Θ) Περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των φωτοβολταϊκών πριν και μετά την παρέμβαση

Το δείγμα βάση του προγραμματισμού θα είναι 141 μαθητές Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης δημοτικού, εκ των οποίων το 74 (52,5%) κορίτσια και 67 (47,5%) αγόρια, από σχολικές μονάδες του Δήμου Ιωαννιτών που βρίσκονται σε αστικές, ημιαστικές και αγροτικές περιοχές.

3. Αποτελέσματα

Η έρευνα βρίσκεται σε εξέλιξη και δεν υπάρχουν ακόμη αποτελέσματα. Παρόλα αυτά θα γίνει αναφορά στα αναμενόμενα αποτελέσματα. Όσον αφορά τους γνωστικούς στόχους της εκπαιδευτικής παρέμβασης αναμένεται να υπάρξει μια θετική γνωστική μετατόπιση στους μαθητές/τριες στα δυο υπό μελέτη θέματα που άπτονται των φυσικών επιστημών (ταχύτητα και φωτοβολταϊκά). Επιπλέον, με τη χρήση των διαδικασιών επιστημονικής μεθόδου,

αναμένεται οι μαθητές/τριες να αποκτήσουν ένα συστηματικό, δομημένο και αξιόπιστο τρόπο εξέτασης και κατανόησης των φυσικών φαινομένων. Τέλος, με την εφαρμογή των διαδικασιών μηχανικής σχεδίασης, αναμένεται οι μαθητές/τριες να αποκτήσουν αναλυτική σκέψη μαθαίνοντας να διαιρούν ένα μεγάλο πρόβλημα σε υποπροβλήματα, να επιλύουν το κάθε μικρότερο πρόβλημα πρακτικά και εμπειρικά με τα εργαλεία εκπαιδευτικής ρομποτικής και με την αλγοριθμική σκέψη. Στο ευρύτερο πλαίσιο της εκπαιδευτικής κοινότητας αναμένεται να προταθεί μια νέα προσέγγισή STEM που θα ενσωματώνει δυο μεθόδους, της επιστημονικής μεθοδολογίας και της μηχανικής σχεδίασης, για τη μελέτη εννοιών των φυσικών επιστημών και την κατασκευή ενός αντίστοιχου προϊόντος ή μιας υπηρεσίας.

4. Συμπεράσματα

Η έρευνα βρίσκεται σε εξέλιξη και δεν υπάρχουν αποτελέσματα. Επομένως, είναι αδύνατον να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα.

5. Βιβλιογραφία

Πλακίτση, Κ., Σταμούλης, Ε., Θειδωράκη, Χ., Κολοκούρη, Ε., Νάννη, Ε., & Κορνελάκη, Α. (2018). *Η Θεωρία της Δραστηριότητας & οι Φυσικές Επιστήμες. Μια νέα διάσταση στην STEAM εκπάιδευση*. Εκδόσεις Gutenberg.
ISBN: 978-960-01-1965-7

Hasan, H., & Kazlauskas, A. (2014). Activity Theory: Who is doing what, why and how. Στο H. Hasan (Επιμ.), Being Practical with Theory: A Window into Business Research (σσ. 9– 14). Wollongong, Australia: THEORI.
http://eurekaconnection.files.wordpress.com/2014/02/p-09-14-activity-theory-theori ebook-2014.pdf

Leontev, A. N. (1978). Activity, Consciousness, and Personality. Στο Activity and Consciousness. Marxists Internet Archive.
https://www.marxists.org/archive/leontev/works/1978/index.htm

Peters-Burton, E. E., House, A., Peters, V., & Remold, J. (2019). Understanding STEM-focused elementary schools: Case study of Walter Bracken STEAM Academy. *School Science and Mathematics*, 119(8), 446–456. https://doi.org/10.1111/ssm.12372

Ανάπτυξη εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων για έννοιες σχετικές με τις Φυσικές Επιστήμες, το Περιβάλλον και την Αειφορία, στο πλαίσιο της Πολιτισμικής Ιστορικής Θεωρίας της Δραστηριότητας

Μαριάνθη Νάστου, Κατερίνα Πλακίτση

Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη

Η Πολιτισμική Ιστορική Θεωρία της Δραστηριότητας με τον πολυδιάστατο χαρακτήρα της μπορεί να αποτελέσει ένα δυναμικό διαλογικό πλαίσιο για τους ερευνητές που μελετούν διεπιστημονικά έννοιες σχετικές με την εκπαίδευση για τις Φυσικές Επιστήμες και την Αειφορία. Η παρούσα εργασία αναφέρεται σε μια παρέμβαση επαγγελματικής ανάπτυξης για εκπαιδευτικούς με αντικείμενο μελέτης την έννοια των "Υλικών" και την καλλιέργεια "Σκέψης για τον Κύκλο Ζωής των Υλικών" και στην ανάπτυξη εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων με την εφαρμογή μεθοδολογικών αρχών της CHAT ως εργαλείων σχεδιασμού και ανάλυσης. Η επικέντρωση αφορά στο περιεχόμενο και στη δομή των σεμιναριακών μαθημάτων που υλοποιήθηκαν με τους εκπαιδευτικούς, στην ανάλυση των αλληλεπιδρώντων συστημάτων της δραστηριότητας και στην ενσωμάτωση: α) της αρχής του διπλού ερεθίσματος (double stimulation) και β) του τριγώνου ανάλυσης δομικών παραγόντων της δραστηριότητας.

Abstract

Cultural Historical Activity Theory (CHAT) with its multidimensional character can be a dynamic dialogic framework for researchers studying interdisciplinary concepts related to Science and Sustainability. This paper refers to a professional development intervention for teachers with object the concept of "Materials" and the cultivation of "Life Cycle Thinking" and in the development of educational activities by applying methodological principles of CHAT as tools for design and analysis. The focus concerns the content and structure of the tutorials implemented with the teachers, the analysis of the interacting activity systems and the integration of a) the principle of double stimulation and b) the triangle of analysis of the core elements of the activity.

Λέξεις κλειδιά: *αλληλεπιδρώντα συστήματα δραστηριότητας, διπλό ερέθισμα, επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών,*

Key words: interacting activity systems, double stimulation, teachers' professional development

1. Εισαγωγή

Η Πολιτισμική Ιστορική Θεωρία της δραστηριότητας (Cultural Historical Activity Theory CHAT) είναι μια κοινωνικοπολιτισμική θεωρία η οποία αντιπροσωπεύει την σύγχρονη εξέλιξη της θεωρίας του Vygotsky ενώ παράλληλα ενσωματώνει στοιχεία από τη Θεωρία της Δραστηριότητας του Leontyev (1978).

Πρόκειται για ένα εξελισσόμενο θεωρητικό και φιλοσοφικό πλαίσιο με προσανατολισμό στον εποικοδομητικό χαρακτήρα που έχει η κατάκτηση της γνώσης από το ίδιο το άτομο. Κατά τη θεωρία αυτή το άτομο ενεργώντας μέσα από οργανωμένες δράσεις και δραστηριότητες οδηγείται είτε στην ενίσχυση μιας ήδη υπάρχουσας νοητικής δομής είτε στην ανακάλυψη μιας νέας ή στην ανατροπή μιας υπάρχουσας νοητικής δομής και στη δημιουργία νέας. Κατά την CHAT η μάθηση δομείται υπερβαίνοντας τα όρια του δίπολου ερέθισμα-αντίδραση και στηρίζεται στη δομική σχέση ανάμεσα στην πνευματική δραστηριότητα του ατόμου και στην αλληλεπίδραση που αναπτύσσει με πολιτισμικά και ιστορικά στοιχεία εντός της κοινότητας στην οποία εντάσσεται (Neubert, 2012).

1

Η Πολιτισμική Ιστορική Θεωρία της Δραστηριότητας και οι κοινωνικο-επιστημονικές έννοιες για τον Κύκλο Ζωής των Υλικών

Ο Yrjö Engeström και οι συνεργάτες του βασιζόμενοι στα εννοιολογικά εργαλεία της CHAT εξέτασαν τις ιστορικά μεταβαλλόμενες σχέσεις μεταξύ εκπαιδευτικών και άλλων δραστηριοτήτων επιδιώκοντας την κατανόηση ποικίλων κοινωνικο-πολιτισμικών διαδικασιών και μετασχηματισμών που αυτές οδηγούν τόσο τα άτομα όσο και τις ίδιες τις δραστηριότητες. Ακρογωνιαίος λίθος της CHAT είναι η υπόθεση ότι οι κοινωνικές πρακτικές βασίζονται σε δυναμικά συστήματα δραστηριότητας και στον στοχευμένο μετασχηματισμό τους, διαδικασία που αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για εξέλιξη και ανάπτυξη (Engeström, 1987; 1999; Engeström, Miettinen & Punamäki, 1999).

Κάθε σύστημα δραστηριότητας δεν είναι ανεξάρτητο από άλλα συστήματα, κάθε ανάλυση οφείλει να λαμβάνει υπόψη τα συνυπάρχοντα σχετικά συστήματα δραστηριότητας. Τυχόν αντιφάσεις και συγκρούσεις μπορούν να αντιμετωπιστούν, μετασχηματίζοντας τη δραστηριότητα για την επίτευξη βελτιωμένων αποτελεσμάτων (Behrend, 2014). Η μελέτη και η ανάλυση των συστημάτων πρέπει να γίνεται σε μια ιστορική βάση ώστε να κατανοηθεί η εξέλιξή τους και οι παράγοντες που οδηγούν προς αυτή μέσα στο πέρασμα του χρόνου (Botha, 2017).

Ως κοινωνικο-επιστημονικές έννοιες ο «Κύκλος Ζωής των Υλικών» και η καλλιέργεια «Σκέψης για τον Κύκλο Ζωής των Υλικών» εμπεριέχουν ποικίλες διαστάσεις που άπτονται των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.), έχουν κοινωνικές, οικολογικές και οικονομικές πτυχές και αφορούν θέματα της ενεργού πολιτειότητας. Ως εκ τούτου, μπορούν να αποτελέσουν ένα γνωστικό αντικείμενο και ταυτόχρονα ένα εκπαιδευτικό μέσο για τον σύγχρονο παιδαγωγό με τα οποία θα επιτύχει για τους μαθητές του ανάπτυξη επιστημονικού και περιβαλλοντικού γραμματισμού συνδυάζοντας την εκπαίδευση για τις Φ. Ε. με την εκπαίδευση για τις αξίες, τη λήψη αποφάσεων και την παγκόσμια ιθαγένεια.

Στόχοι της εργασίας είναι να απαντηθούν τα ερωτήματα: α) πώς η CHAT μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη σχεδιαστικών δεξιοτήτων για εκπαιδευτικούς και β) ποια συστήματα και υποσυστήματα δραστηριότητας εμπλέκονται σε μια παρέμβαση για έννοιες για τις Φ. Ε. και την Αειφορία και ποιες οι μεταξύ τους σχέσεις.

2. Μεθοδολογία

Εν ενεργεία εκπαιδευτικοί (34 συνολικά) συμμετείχαν σε ερευνητική παρέμβαση η οποία περιλάμβανε μια ακολουθία έξι σεμιναριακών μαθημάτων σχετικά με τον σχεδιασμό εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων για έννοιες Φ.Ε. και Αειφορίας με βάση τις αρχές της CHAT (Roth, Goulart & Plakitsi, 2013). Η ερευνητική παρέμβαση είχε διάρκεια τρεις μήνες και υλοποιήθηκε από τον Ιανουάριο έως και τον Μάρτιο του 2023. Οι εκπαιδευτικοί μετά την συμμετοχή τους στα σεμιναριακά μαθήματα, σχεδίασαν συνεργατικά σενάρια διδασκαλίας τα οποία εφάρμοσαν στις τάξεις του. Ερευνητικά εργαλεία αποτέλεσαν τα ερωτηματολόγια που συμπλήρωσαν οι εκπαιδευτικοί -ένα pre test πριν την έναρξη της παρέμβασης και ένα post test με τη λήξη της ερευνητικής παρέμβασης – καθώς και η κλείδα αυτοπαρατήρησης που

συμπλήρωσαν μετά την εφαρμογή του σεναρίου διδασκαλίας τους στο σχολείο. Η ερευνητική παρέμβαση εκτός από το μεθοδολογικό πλαίσιο και τις αρχές σχεδιασμού της CHAT ενσωμάτωσε από το χώρο των Φ. Ε. ως διαμεσολαβητικά εργαλεία τόσο έννοιες όσο και διαδικασίες (πειραματικές διαδικασίες, χάρτες καταγραφής εννοιών, κατασκευή μοντέλων).

Το θεωρητικό-φιλοσοφικό υπόβαθρο της CHAT κρίθηκε ως το ενδεδειγμένο θεωρητικό πλαίσιο για την έρευνα καθώς η κοινωνικο-πολισμική αυτή θεωρία, προσφέρει τη δυνατότητα.

να αναδειχθεί ο κοινωνικο-πολιτισμικός πλούτος και η ιστορικότητα του θέματος μέσω της διερεύνησης μικρών ή διευρυμένων κοινοτήτων μάθησης (Engeström, 2007). Ειδικότερα στην παρούσα εργασία περιγράφουμε και αναλύουμε: 1) τη δομή, το περιεχόμενο και την ακολουθία των έξι σεμιναριακών μαθημάτων που υλοποιήθηκαν με τους εκπαιδευτικούς, 2) τα συστήματα δραστηριότητας που εμπλέκονται στην παρέμβαση και τις μεταξύ τους σχέσεις (Engeström, 2019, 2020) και 3) τα μεθοδολογικά εργαλεία: α) τρίγωνο ανάλυσης δομικών

παραγόντων της δραστηριότητας και β) αρχή του διπλού ερεθίσματος (double stimulation) (Engeström & Sannino, 2020).

3. Συζήτηση

Η εργασία θέτει προς συζήτηση τη χρήση θεωρητικών εργαλείων και επιστημολογικών αρχών της CHAT ως χρήσιμα εργαλεία για σχεδιασμό, ανάλυση και αναστοχασμό σε δραστηριότητες επαγγελματικής ανάπτυξης. Στις μέρες μας τα όρια μεταξύ εκπαιδευτικών και μη οργανισμών, ολοένα διευρύνονται και ο χώρος ανάμεσα στο «εντός» και στο «εκτός» εκπαιδευτικών ή άλλων κοινωνικών οργανισμών μεταβάλλεται διαρκώς. Η ανάπτυξη των εκπαιδευτικών οργανισμών στηρίζεται στην κινητοποίηση των δυνατοτήτων των μελών τους, στην επαγγελματική τους ανάπτυξη και στη συλλογική λήψη αποφάσεων μέσω διεργασιών μάθησης (De Geus, 2002). Η μετασχηματιστική τάση των συμμετεχόντων εκπαιδευτικών στο σύστημα δραστηριότητας εκφράζεται με την αλλαγή στη στάση τους απέναντι σε σχεδιαστικές δραστηριότητες, την αύξηση της ενσωμάτωσης διαμεσολαβητικών εργαλείων στην καθημερινή τους πρακτική και την ανάπτυξη συνεργατικών εκπαιδευτικών έργων.

4. Συμπεράσματα

Πρώτος στόχος της εργασίας ήταν η συμβολή της στην ανάπτυξη διαλόγου σχετικά με τις σχεδιαστικές δεξιότητες των εκπαιδευτικών. Η επίτευξή του επιχειρείται με την συνοπτική επισκόπηση της βιβλιογραφίας και την περιγραφή της ακολουθίας σεμιναριακών μαθημάτων από όπου αναδεικνύεται ότι η εφαρμογή αρχών της CHAT στην εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο για την ανάπτυξη μετασχηματιστικής πρακτικής με

συμβολή στην προσωπική και επαγγελματική ανάπτυξη του εκπαιδευτικού. Δεύτερος στόχος ήταν να απαντηθούν ερωτήματα για τις σχέσεις μεταξύ των αλληλεπιδρόντων συστημάτων δραστηριότητας. Η επίτευξή του επιχειρείται με την σχηματοποιημένη καταγραφή και ανάδειξη των σχέσεων και ζωνών επιρροής μεταξύ των συστημάτων δραστηριότητας της ερευνητικής παρέμβασης.

Η αλλαγή του τρόπου που αντιμετωπίζουμε τους εκπαιδευτικούς από εφαρμοστές έτοιμων προγραμμάτων σε σχεδιαστές δικών τους δραστηριοτήτων, οι οποίοι είναι σε θέση να αναπτύσσουν και να μετεξελίσσουν την καθημερινή τους πρακτική απαιτεί αλλαγές στην εκπαίδευσή τους και στις οργανωμένες δράσεις επαγγελματικής τους ανάπτυξης (Hudson, 2005; Kali, McKenney & Sagy, 2015; Augustsson, 2020).

5. Βιβλιογραφία

Augustsson, D. (2020). *Expansive design for teachers. An activity theoretical approach to design and work integrated learning*. University West, Department of Social and Behavioral Studies, Division for Educational Science and Languages. Sweden.
https://doi.org/10.15460/eder.5.1.1553

Behrend, M. (2014). Engeström's activity theory as a tool to analyze online resources embedding academic literacies. *Journal of Academic Language & Learning*, 8 (1), 109-120. ISSN: 1835-5196 Botha, L. (2017). Changing Educational Traditions with The Change Laboratory. *Education as Change,* σσ. 73-94.
10.17159/1947-9417/2017/861

De Geus, A. (2002). *Εταιρία: Ένας ζωντανός οργανισμός. Επιβίωση σε ένα αβέβαιο περιβάλλον*. Εκδόσεις Κριτική: Αθήνα. ISBN: 9602182407

Engeström, Y. (1987). *Learning by Expanding: An Activity-theoretical Approach to Developmental Research*. Orienta- Konsultit Oy.
https://doi.org/10.1017/CBO9781139814744

Engeström, Y. (1999). Activity theory and individual and social transformation. In Y. Engeström, R. Miettinen, & R.-L. Punamäki (Eds.) *Perspectives on Activity Theory* (pp. 19-38). Cambridge: Cambridge University Press.
https://doi.org/10.1017/CBO9780511812774.003

Engeström, Y. (2007). Enriching the Theory of Expansive Learning: Lessons from Journeys toward Configuration. *Mind, Culture, and Activity* 14 (1–2): 23–29.
https://doi.org/10.1080/10749030701307689

Engeström, Y. (2019). Expansive learning and concept formation: cycles, germ cells and formative interventions. Keynote at International Conference ISCAR, Crisis in Contexts, March 19- 24. Ioannina. University of Ioannina.

Engeström, Y. (2020). Ascending from the abstract to the concrete as a principle of expansive learning. *Psychological Science and Education*, 25(5), 31-43. https://doi.org/10.17759/pse.2020250503 Engeström, Y. Miettinen, R., & Punamäki, R.-L. (Eds., 1999). *Perspectives on Activity Theory*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
https://doi.org/10.1017/CBO9780511812774

Engeström, Y. & Sannino A. (2020) From mediated actions to heterogenous coalitions: four generations of activity-theoretical studies of work and learning. *MIND, CULTURE, AND ACTIVITY*
https://doi.org/10.1080/10749039.2020.1806328

Hudson, P. (2005). Identifying mentoring practices for developing effective primary science teaching. *International Journal of Science Education*, 27(14), 1723-1739
DOI:10.1080/09500690500206457

Kali, Y., McKenney, S. & Sagy, O. (2015). Teachers as designers of technology enhanced learning. *Instr Sci* 43, 173–179. https://doi.org/10.1007/s11251-014-9343-4

Leontyev, A. (1978). *Activity, Consciousness and Personality*. New Jersey: Prentice- Hall. Neubert, St. (2012). *Studien zu Kultur und Erziehung im Pragmatismus und Konstruktivismus*. Munster: Waxmann. ISBN 978-3-8309-2645-0

Roth, W. M., Goulart, M.I. & Plakitsi, K. (2013). Darkness Light. In Roth, W. M., Goulart, M.I.M., Plakitsi, K., *Science Education during Preschool Years. A Cultural-Historical Approach*. Dordrecht, 111-138. The Netherlands: Springer. ISBN: 9789400751859.

Η Δημιουργική γραφή ως εργαλείο διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Κωνσταντίνα Παπαδοπούλου, Πηνελόπη Παπαδοπούλου

Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Η εξοικείωση των μαθητών με τον γραπτό λόγο και η εξομάλυνση των δυσκολιών που προκύπτουν από τη φύση της επιστημονικής γλώσσας, φαίνεται να αποτελούν αναγκαίες συνθήκες για την αποτελεσματικότερη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η Δημιουργική Γραφή, εφόσον εμπλακεί στη διδασκαλία με παιγνιώδη τρόπο ως μέσο εξάσκησης και κατανόησης του επιστημονικού λόγου, θα μπορούσε να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο για μια διδασκαλία που στοχεύει προς την παραπάνω κατεύθυνση. Η διατριβή βρίσκεται σε αρχικό στάδιο και θα εστιάσει στους λόγους και τους τρόπους με τους οποίους η δημιουργική γραφή θα μπορούσε να αξιοποιηθεί από τους εκπαιδευτικούς Φυσικών επιστημών.

Abstract

Familiarizing students with word structures and smoothing out the difficulties arising from the nature of scientific language seems to be necessary conditions for effective Science teaching. Creative Writing, if engaged in teaching in a playful way as a means for practicing and understanding scientific discourse, could be a useful tool for a teaching aimed in the direction above. The thesis is in its early stages and will focus on “why” and “how” creative writing could be used by science educators.

Λέξεις κλειδιά: δημιουργική γραφή, αφήγηση, διδασκαλία φυσικών επιστημών, Δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Key words: creative writing, storytelling, science education, secondary school

1. Εισαγωγή

Το ζήτημα της Επιστημονική Γλώσσας

Η γνώση της επιστήμης έγκειται στη δυνατότητα κάποιου να κατανοεί και να χρησιμοποιεί τη γλώσσα της επιστήμης (Martin, 2004). Μάλιστα, όπως προκύπτει από τις έρευνες των

Korperschoek, Kuyper, Van der Werf (2014) και του Yuanze Zhu (2022), οι δεξιότητες παραγωγής και κατανόησης του γραπτού λόγου διαδραματίζουν πιο σημαντικό ρόλο στην κατανόηση και επιτυχία των μαθητών στα μαθήματα των Φυσικών επιστημών, απ' ότι η άριστη γνώση της μαθηματικής γλώσσας. Στη διαδικασία της κατάκτησης της γλώσσας της επιστήμης παρουσιάζονται δυσκολίες και παρανοήσεις για τις οποίες ευθύνεται κατά κύριο λόγο ο ιδιαίτερος χαρακτήρας του επιστημονικού λόγου, ο οποίος συντίθεται από λεξική πυκνότητα, ουσιαστικοποιήσεις, και αφαιρέσεις (Halliday, 1985).

Η συμβολή της Δημιουργικής Γραφής

Με βάση τα παραπάνω, η στόχευση στην καλύτερη εξοικείωση των μαθητών με τον γραπτό λόγο φαίνεται να αποτελεί αναγκαία συνθήκη για την αποτελεσματικότερη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Σύμφωνα με τον Fuchs (2015) τα κείμενα που υποκινούν τον αναγνώστη να δημιουργήσει μια αφηγηματική αντίληψη είναι μια σημαντική πηγή μάθησης μέσα από την οποία οι αναγνώστες μαθαίνουν πώς να χρησιμοποιούν τη γλώσσα για την κατανόηση. Η Δημιουργική Γραφή, εφόσον αξιοποιηθεί ως μέσο εξάσκησης και κατανόησης του επιστημονικού λόγου, θα μπορούσε να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο για μια διδασκαλία που στοχεύει προς την παραπάνω κατεύθυνση. Η Δημιουργική Γραφή είναι ένα διακριτό πλέον γνωστικό αντικείμενο, αλλά ταυτόχρονα συνιστά και μία σύγχρονη εκπαιδευτική βιωματική μέθοδο, η οποία ασχολείται με την τέχνη της συγγραφής και τις πολύ στενά συνδεδεμένες προεκτάσεις της, γλωσσικές, αναγνωστικές, κ.τ.λ. (Κωτόπουλος, Βακάλη, Ζωγράφου-Τσαντάκη, 2013). Μέσω της Δημιουργικής Γραφής καλλιεργείται η δημιουργική σκέψη, η οποία επιτρέπει στους μαθητές να χρησιμοποιήσουν τη φαντασία τους για να δημιουργήσουν ιδέες, ερωτήσεις, υποθέσεις και εναλλακτικές λύσεις (Kampylis & Berki, 2014). Η φαντασία συνδέεται με τη δημιουργικότητα και έχει ως κατεύθυνση την πραγματικότητα. Σύμφωνα με τον Vygotsky (1987), δεν είναι δυνατή η ακριβής γνώση της πραγματικότητας χωρίς κάποιο στοιχείο φαντασίας. Από την άλλη, η εφεύρεση και η καλλιτεχνική δημιουργικότητα απαιτούν ορθολογική σκέψη και φαντασία. Σε αυτές τις διαδικασίες η ορθολογική σκέψη και η φαντασία λειτουργούν από κοινού και ενιαία (Vygotsky, 1987). Υπό αυτό το πρίσμα, η δημιουργική γραφή είναι δυνατόν όχι μόνο να αναπτύξει και να βελτιώσει τις γλωσσικές δεξιότητες των μαθητών, αλλά να πυροδοτήσει τη φαντασία τους και να καλλιεργήσει την ορθολογική σκέψη, αφού όπως αναφέρει και ο Κωτόπουλος (2011), η πράξη του να γράφεις δημιουργικά εγκολπώνει έναν στοχασμό τόσο της δραστηριότητας, όσο και του παραγόμενου αποτελέσματος.

Ερευνητική Δραστηριότητα σχετικά με το θέμα

Η αξιοποίηση της αφήγησης για τη μάθηση στις φυσικές επιστήμες έχει γίνει ένα σημαντικό πεδίο έρευνας και έχει στοιχειοθετηθεί θεωρητικά (ενδεικτικά Norris, Guilbert, Smith, Hakimelahi, & Phillips, 2005), ωστόσο παραμένουν αρκετά ερωτήματα σχετικά με το πώς επηρεάζεται η κατανόηση των μαθητών και ποια στοιχεία της αφηγηματικής δομής είναι τα πιο κρίσιμα. Στον ελλαδικό χώρο έχουν εντοπιστεί μελέτες που αξιοποιούν την αφήγηση ιστοριών που προέρχονται από την ιστορία της επιστήμης, όπως αυτές των Σέρογλου (2000), Καψαλά (2019), χωρίς ωστόσο να εμπλέκουν τον μαθητή στην παραγωγή αφηγηματικών κειμένων. Σε έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε χώρες του εξωτερικού, όπως αυτές των Shingo Uchinokura (2020), Jaakko Turkka, Outi Haatainen & Maija Aksela (2017) και Ping-Kee, T. (2003), παρότι οι μαθητές καταπιάστηκαν με τη δημιουργία πεζών ή ποιητικών κειμένων, δεν εξετάστηκαν οι τρόποι που επιδρά η δημιουργική γραφή και η αφήγηση στην ανάπτυξη των απαραίτητων για τις φυσικές επιστήμες γλωσσικών δεξιοτήτων, καθώς κύριος στόχος των ερευνών ήταν να διαπιστωθεί αν η εμπλοκή με τη συγγραφή λογοτεχνικών κειμένων μπορεί να επηρεάσει θετικά τις επιδόσεις και τις στάσεις των μαθητών για τα μαθήματα των θετικών επιστημών. Αρκετές είναι επίσης οι έρευνες που αφορούν την αξιοποίηση «ανατρεπτικών κειμένων» για τη μείωση των παρανοήσεων στις φυσικές επιστήμες –ενδεικτικά Trippet (2010), Σκοπελίτη & Βοσνιάδου (2020), Κωτούλα (2023)- οι οποίες έδειξαν ότι υπάρχει σημαντική βελτίωση της κατανόησης με τη χρήση ανατρεπτικών κειμένων, ωστόσο συνήθως τα κείμενα αυτά είναι επεξηγηματικά, ενώ το αφηγηματικό ανατρεπτικό κείμενο δεν είναι τόσο συνηθισμένο (Guzzetti, 2000).

Στόχοι και Προκλήσεις

Στόχος είναι να διευρυνθεί το πεδίο διδακτικής προσέγγισης των φυσικών επιστημών με τρόπο που να εμπλέκει και εξασκεί τον λόγο, ο οποίος μαζί με την επιστημονική μέθοδο και τα μαθηματικά αποτελούν το τρίπτυχο θεμελίωσης της επιστημονικής σκέψης. Τα δυο βασικά ερευνητικά ερωτήματα θα είναι, πρώτον, κατά πόσο η δημιουργική γραφή μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές στην πρόσληψη και κατανόηση του επιστημονικού λόγου και δεύτερον, με ποιον τρόπο επιδρά η διδασκαλία που εμπλέκει τη δημιουργική γραφή στις επιδόσεις των μαθητών. Ωστόσο μια από τις βασικές προκλήσεις που θα προκύψουν είναι η δημιουργία του κατάλληλου ερευνητικού εργαλείου ώστε να εντοπιστεί η συσχέτιση των παρεμβάσεων για την ενδυνάμωση των γλωσσικών δεξιοτήτων με τα μαθησιακά αποτελέσματα που θα παρατηρηθούν.

2. Μεθοδολογία

Προς υλοποίηση των παραπάνω στόχων η έρευνα θα πραγματοποιηθεί στις σχολικές αίθουσες ως κομμάτι της κύριας διδασκαλίας και θα βασίζεται στα παρακάτω βήματα:

- Δημιουργία πρωτότυπων κειμένων- ιστοριών αφηγηματικού χαρακτήρα, τα οποία θα βασίζονται στην περιγραφή φυσικών φαινομένων. Μέσα από αυτά οι μαθητές θα αναζητούν τα φαινόμενα που περιγράφονται και τις λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή των φαινομένων. Τα κείμενα αυτά μπορούν να συνδυαστούν με ψηφιακές αφηγήσεις, ώστε να γίνουν πιο ελκυστικά στο μαθητικό πληθυσμό ή/και να αξιοποιηθούν ως ανατρεπτικά κείμενα.

- Δημιουργία δραστηριοτήτων/προτάσεων για τους μαθητές, οι οποίοι θα κληθούν να γράψουν τη δική τους ιστορία βασισμένη σε ένα φαινόμενο με αξιοποίηση λέξεων κλειδιών, έχοντας ως πρότυπο τα πρωτότυπα κείμενα που θα παραχθούν στο πρώτο βήμα.

- Σχεδιασμός του ερευνητικού εργαλείου της κυρίως έρευνας. Η εξέταση των αποτελεσμάτων θα γίνει με ερωτηματολόγια (κλειστού/ ανοιχτού τύπου) και συνεντεύξεις σε μαθητές που δέχτηκαν της παρεμβάσεις. Ειδικότερα θα χρειαστεί να υπάρξει μια διαγνωστική μελέτη για τις γνώσεις των μαθητών και πάνω σε αυτή να βασιστούν τα αποτελέσματα της νέας έρευνας.

- Εφαρμογή προ-έρευνας και πιλοτικής έρευνας ώστε να υπάρξει δείγμα υποβάθρου για την καλύτερη μελέτη των αποτελεσμάτων της κύριας έρευνας αλλά και για την αξιοποίηση χρήσιμων παρατηρήσεων που θα δράσουν βελτιωτικά στα ερευνητικά εργαλεία και μέσα.

3. Αποτελέσματα

Η διατριβή βρίσκεται ακόμα σε αρχικό στάδιο και δεν έχει γίνει ακόμα εφαρμογή των παρεμβάσεων και καταγραφή αποτελεσμάτων.

4. Συμπεράσματα

Η διατριβή βρίσκεται ακόμα σε αρχικό στάδιο και δεν έχουν προκύψει συμπεράσματα.

5. Βιβλιογραφία

Καψαλά, Ν. (2019). *Η αφήγηση ως εκπαιδευτικό εργαλείο στη διδασκαλία της Βιολογίας*. [Διδακτορική Διατριβή, ΕΚΠΑ]. ΕΚΤ https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/46711

Κωτόπουλος, Τ., Βακάλη, Ά., Ζωγράφου-Τσαντάκη Μ., (2013). *Η δημιουργική γραφή στο Νηπιαγωγείο*. Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο.

Κωτόπουλος, Τ.Η. (2011). Από την ανάγνωση στη λογοτεχνική ανάγνωση και την παιγνιώδη διάθεση της δημιουργικής γραφής. Στο Γ. Παπαντωνάκης, Τ. Κωτόπουλος (επιμ). *Τα ετεροθαλή* (σσ. 21-36). Ίων.

Κωτούλα, Α. (2023). *Χρήση και αποτελεσματικότητα ανατρεπτικού κειμένου στη διδασκαλία του Ηλεκτροστατικού Πεδίου στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση*. [Μεταπτυχιακή Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο] https://ikee.lib.auth.gr/record/353076?ln=el

Σέρογλου, Φ. (2000). Η συμβολή της ιστορίας της φυσικής στο σχεδιασμό διδακτικού υλικού. [Διδακτορική Διατριβή, ΑΠΘ]. ΕΚΤ https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/13661

Σκοπελίτη, Ε., & Βοσνιάδου, Σ., (2020). Problem solving, Representations, Temporal relations, Number, Figure, Metacognition. *Psychology: the Journal of the Hellenic Psychological Society*, 18(4), 421-439. https://doi.org/10.12681/psy_hps.23731

Fuchs, H. (2015). From Stories to Scientific Models and Back: Narrative framing in modern macroscopic physics, *International Journal of Science Education*, https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1025311

Guzzetti, B. J. (2000). Learning counter-intuitive science concepts: What have we learned from over a decade of research? Reading & writing quarterly, 16(2), 89-98. https://doi.org/10.1080/105735600277971

Halliday, M.A.K. (1985). *Spoken and Written Language*. Geelong, Vic.:Deakin University Press.

Jaakko, T., Outi, H. & Maija, A. (2017). Integrating art into science education: a survey of science teachers' practices, International Journal of Science Education, 39:10, 1403-1419, https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1333656

Kampylis, P. & Berki, E. (2014). Nurturing creative thinking. *International Academy of*

Education: UNESCO.

Korperschoek, H., Kuyper, H., Van der Werf, M. (2014). The relation between students' math and reading ability and their mathematics, physics, and chemistry examination grades in secondary education. *International Journal of Science and Mathematics Education* 13(5) https://doi.org/10.1007/s10763-014-9534-0

Martin, J. (2004). Γραμματισμός στην επιστήμη: μαθαίνοντας να χειριζόμαστε το κείμενο ως τεχνολογία. Στο: *Η Γλώσσα της Επιστήμης*. Αθήνα: Μεταίχμιο

Norris, S., Guilbert, S., Smith, M., Hakimelahi, S. & Phillips, L. (2005). A theoretical framework for narrative explanation in science. *Science Education*. 89. 535 - 563. https://doi.org/10.1002/sce.20063.

Ping-Kee, T. (2003). Eliciting and developing junior secondary students' understanding of the nature of science through a peer collaboration instruction in science stories, International Journal of Science Education, 25:2, 147-171, https://doi.org/10.1080/09500690210126748

Shingo, U. (2020). Primary and lower secondary students' perceptions of representational practices in science learning: focus on drawing and writing, International Journal of Science Education, 42:18, 3003-3025, https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1849854

Tippett, C. D. (2010). Refutation text in science education: A review of two decades of research. International journal of science and mathematics education, 8, 951-970. https://doi.org/10.1007/s10763-010-9203-x

Vygotsky, L.S. (1987). "Imagination and its Development in Childhood". In: Rieber, R. W. , Carton, A. (Ed.), RIEBER, R. W.; CARTON, A. (Ed.) *The collected works of L. S. Vygotsky*. New York: Plenum Press.

Yuanze Zhu (2022). Reading matters more than mathematics in science learning: an analysis of the relationship between student achievement in reading, mathematics, and science, *International Journal of Science Education,* 44:1, 1-17, https://doi.org/10.1080/09500693.2021.2007552

Οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής στο Σχολικό Εγχειρίδιο Βιολογίας της Α΄ Λυκείου για την Αναπαραγωγή στον Άνθρωπο

Σεβαστή Τσαγγάρη, Μιχάλης Σκουμιός

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών. Όμως, η έρευνα που μελετά τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών είναι περιορισμένη. Η παρούσα εργασία εξετάζει το αν και σε ποιο επίπεδο συμπεριλαμβάνονται οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής στο περιεχόμενο του σχολικού εγχειριδίου Βιολογίας της Α΄ Λυκείου για την αναπαραγωγή στον άνθρωπο. Εντοπίστηκαν 56 αναφορές και δραστηριότητες οι οποίες αναλύθηκαν με βάση ένα πλαίσιο που αξιολογεί το επίπεδο στο οποίο συμπεριλαμβάνονται οι οκτώ πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής σε αυτές. Από την ανάλυση διαπιστώθηκε το χαμηλό επίπεδο στο οποίο συμπεριλαμβάνονται οι πρακτικές στις αναφορές και τις δραστηριότητες που αναλύθηκαν.

Abstract

Science and engineering practices play an important role in science learning. However, research studying these practices in school science textbooks is limited. This paper examines whether and at what level the science and engineering practices are included in the content of the first-grade high school biology textbook on human reproduction. Fifty-six reports and activities were identified and analysed using a framework that assesses the level at which the eight science and engineering practices are included in them. The analysis identified the low level at which the practices are included in the reports and activities analysed.

Λέξεις κλειδιά: πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής, σχολικά εγχειρίδια, αναπαραγωγή ανθρώπου

Key words: science and engineering practices, school textbooks, human reproduction

1. Εισαγωγή

Τα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εκπαιδευτική διαδικασία, αφού αποτελούν βασικό εργαλείο για την οργάνωση και διεξαγωγή της διδασκαλίας από τους εκπαιδευτικούς (Fricke & Reinisch, 2021) και την κύρια πηγή μάθησης για τους μαθητές (Mulis et al., 2012). Για τους λόγους αυτούς η έρευνα που εστιάζει στην ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών είναι ιδιαίτερα εκτεταμένη (Papakonstantinou & Skoumios, 2021).

Οι μη ικανοποιητικές επιδόσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, έχουν προσανατολίσει τις έρευνες στο πεδίο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, στην αναζήτηση νέων διδακτικών προσεγγίσεων που μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των μαθητών (Miller et al., 2021). Προς την κατεύθυνση αυτή, το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των ΗΠΑ, πρότεινε ένα Νέο Πλαίσιο για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες, σύμφωνα με το οποίο καταλυτικό ρόλο στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών διαδραματίζουν οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής (NRC, 2012). Ειδικότερα, υποστηρίζεται ότι η κατανόηση των ιδεών και των εννοιών των Φυσικών Επιστημών από μαθητές εδράζεται στην εμπλοκή τους με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής.

Οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής αναφέρονται στις βασικές πρακτικές που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες των Φυσικών Επιστημών στις έρευνές τους προκειμένου να οικοδομήσουν μοντέλα και θεωρίες για τον κόσμο ή οι μηχανικοί για να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν συστήματα (NGSS Lead States, 2013). Έχουν προταθεί οι παρακάτω πρακτικές (NRC, 2012): α) υποβολή ερωτήσεων (για τις Φυσικές Επιστήμες) και καθορισμός προβλημάτων (για τη Μηχανική), β) ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, γ) σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων, δ) ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, ε) χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης, στ) συγκρότηση εξηγήσεων (για τις Φυσικές Επιστήμες) και σχεδίαση λύσεων (για τη Μηχανική), ζ) ενασχόληση με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία, η) απόκτηση, αξιολόγηση και επικοινωνία των πληροφοριών.
Μολονότι η εμπλοκή των μαθητών με τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική για την εκπαίδευσή τους στις Φυσικές Επιστήμες, είναι περιορισμένη η έρευνα που εστιάζει στην ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων αναφορικά με την συμπερίληψη των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής σε αυτά (Papakonstantinou & Skoumios, 2021). Αναδύεται λοιπόν η αναγκαιότητα πραγματοποίησης τέτοιων ερευνών.
Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε για ανάλυση το κεφάλαιο της αναπαραγωγής του ανθρώπου (από το σχολικό εγχειρίδιο της Βιολογίας Α΄ Λυκείου) καθώς έρευνες των τελευταίων δεκαετιών έχουν καταδείξει τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές σε θέματα αναπαραγωγής κυττάρων και οργανισμών (Aldahmash et al., 2012). Επιπρόσθετα, η κατανόηση θεμάτων που αφορούν στην αναπαραγωγή του ανθρώπου αποτελεί αναγκαίο εφόδιο για μια υγιή σεξουαλική ζωή κατά την ενηλικίωση (Sydsjö et al., 2006).
Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής στο σχολικό εγχειρίδιο της Βιολογίας Α΄ Λυκείου για την αναπαραγωγή στον άνθρωπο. Πιο συγκεκριμένα, το ερευνητικό ερώτημα που καλείται να απαντήσει η εργασία είναι: ποιο είναι το επίπεδο στο οποίο συμπεριλαμβάνονται οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής στο περιεχόμενο για την αναπαραγωγή στον άνθρωπο του σχολικού εγχειριδίου Βιολογίας της Α΄ τάξης του Λυκείου;

2. Μεθοδολογία

Για τη διερεύνηση του ερευνητικού ερωτήματος που τέθηκε, αξιοποιήθηκε η ανάλυση περιεχομένου (Krippendor, 2013). Στο πρώτο στάδιο της έρευνας αναγνωρίστηκαν οι αναφορές και οι δραστηριότητες, που αποτελούν τις μονάδες ανάλυσης, οι οποίες περιλαμβάνονται στο σχολικό εγχειρίδιο της Βιολογίας Α΄ Λυκείου για την αναπαραγωγή στον άνθρωπο. Σε δεύτερο στάδιο, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των αναφορών και των δραστηριοτήτων και στη συνέχεια έγινε επεξεργασία των δεδομένων και εξαγωγή των συμπερασμάτων.

Το δείγμα της έρευνας απετέλεσαν οι μονάδες ανάλυσης του κεφαλαίου της αναπαραγωγής στον άνθρωπο, του σχολικού εγχειριδίου Βιολογίας της Α΄ Λυκείου. Κάθε αναφορά (τμήμα κειμένου με ολοκληρωμένο νόημα) και κάθε δραστηριότητα (πρόβλημα, ερώτηση) θεωρήθηκε ως μονάδα ανάλυσης. Καταμετρήθηκαν συνολικά 56 μονάδες ανάλυσης.

Ως πλαίσιο ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε μια κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων τεσσάρων επιπέδων (πλαίσιο SEPAR), που αξιολογεί το επίπεδο συμπερίληψης κάθε πρακτικής στο περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων (Papakonstantinou & Skoumios, 2021). Όταν μια αναφορά ή δραστηριότητα δεν παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν με μια πρακτική τότε εντάσσεται στο επίπεδο 0. Τα υπόλοιπα επίπεδα (1, 2 και 3) διαφοροποιούνται ανάλογα με τις πρωτοβουλίες που δίνονται στους μαθητές για την χρήση αυτών των πρακτικών.

Οι μονάδες ανάλυσης που εντοπίστηκαν αναλύθηκαν ως προς το επίπεδο στο οποίο συμπεριλαμβάνεται κάθε μια από τις πρακτικές, με βάση το πλαίσιο SEPAR. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε από δύο ερευνητές οι οποίοι εργάσθηκαν ανεξάρτητα και οι διαφωνίες τους επιλύθηκαν μέσω συζήτησης. Στη συνέχεια, προσδιορίστηκαν οι συχνότητες και τα ποσοστά των επιπέδων των πρακτικών που περιλαμβάνονται στις αναφορές και τις δραστηριότητες που αναλύθηκαν.

3. Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των επιπέδων των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής, οι οποίες συμπεριλαμβάνονται στο εκπαιδευτικό υλικό που αναλύθηκε.

Πίνακας 1: Συχνότητες και ποσοστά των επιπέδων των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής στο περιεχόμενο του σχολικού εγχειριδίου Βιολογίας της Α’ Λυκείου για την αναπαραγωγή στον άνθρωπο.

Πρακτικές των Φ.Ε. και της Μηχανικής	**Επίπεδο 0**		**Επίπεδο 1**		**Επίπεδο 2**		**Επίπεδο 3**	
	f	**%**	**f**	**%**	**f**	**%**	**f**	**%**
Υποβολή ερωτήσεων και καθορισμός προβλημάτων	56	100	0	0	0	0	0	0
Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων	54	96.4	1	1.8	1	1.8	0	0
Σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων	56	100	0	0	0	0	0	0
Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων	56	100	0	0	0	0	0	0
Χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης	55	98.2	0	0	0	0	1	1.8
Συγκρότηση εξηγήσεων και σχεδίαση λύσεων	53	94.6	3	5.4	0	0	0	0
Ενασχόληση με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία	56	100	0	0	0	0	0	0
Απόκτηση, αξιολόγηση και επικοινωνία των πληροφοριών	55	98.2	1	1.8	0	0	0	0

4. Συμπεράσματα

Από την παρούσα εργασία προέκυψε ότι στις περισσότερες μονάδες ανάλυσης του σχολικού εγχειριδίου Βιολογίας Α’ Λυκείου για την αναπαραγωγή στον άνθρωπο, δεν παρέχονται ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής. Σε μικρό αριθμό μονάδων ανάλυσης παρέχονται ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν με πρακτικές, οι οποίες όμως καθοδηγούνται κυρίως από το εκπαιδευτικό υλικό χωρίς να δίνονται πρωτοβουλίες στους μαθητές. Όμως, έχει επισημανθεί ότι η απουσία των πρακτικών από το μεγαλύτερο μέρος του περιεχομένου του εκπαιδευτικού υλικού δεν διευκολύνει τους μαθητές στην κατανόηση των ιδεών και των εννοιών των Φυσικών Επιστημών και στην εξοικείωσή τους με αυτές τις πρακτικές (Tankersley et al., 2024).
Η εργασία αυτή εστιάστηκε στη διερεύνηση των πρακτικών που συμπεριλαμβάνονται σε ένα κεφάλαιο του σχολικού εγχειριδίου Βιολογίας της Α’ Λυκείου. Προκειμένου να σχηματιστεί μια πληρέστερη εικόνα των πρακτικών με τις οποίες είναι δυνατόν να εμπλέκονται οι μαθητές είναι αναγκαίο να αναλυθούν όλα τα κεφάλαια των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Επίσης, θα είχε ερευνητικό ενδιαφέρον η ανάλυση σχολικών εγχειριδίων τόσο της Ελλάδας όσο και άλλων χωρών και η σύγκριση των αποτελεσμάτων.

5. Βιβλιογραφία

Aldahmash, A.H., Alshaya, F.S., & Asiri, A. (2012). Secondary School Students' Alternative Conceptions about Genetics. *The Electronic Journal of Science Education*, 16 (1). https://doi.org/10.1187/cbe.18-01-0014

Fricke, K., Reinisch, B. (2023). Evaluation of Nature of Science Representations in Biology School Textbooks Based on a Differentiated Family Resemblance Approach. *Science & Education,* 32, 1583–1611. https://doi.org/10.1007/s11191-023-00444-5

Krippendorff, K. (2013). *Content analysis. An introduction to its methodology* (3rd ed.). Sage Publications.

Miller, E.C., Severance, S. & Krajcik, J. (2021). Motivating Teaching, Sustaining Change in Practice: Design Principles for Teacher Learning in Project-Based Learning Contexts. *Journal of Science Teacher Education*, 32(7), 757-779. https://doi.org/10.1080/1046560X.2020.1864099

Mullis, I. V., Martin, M. O., Minnich, C. A., Stanco, G. M., Arora, A., Centurino, V. A., & Castle, C. E. (2012). *TIMSS 2011 Encyclopedia: Education policy and curriculum in mathematics and science.* Volume 1: A-K. TIMSS & PIRLS International Study Center.

NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.https://nap.nationalacademies.org/catalog/18290/next-generation-science-standards-for-states-by-states

NRC (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press. https://nap.nationalacademies.org/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts

Papakonstantinou, M., & Skoumios, M. (2021). Science and engineering practices in the content of Greek middle school physics textbooks about forces and motion. *Journal of Technology and Science Education,* 11(2), 457-473. https://doi.org/10.3926/jotse.1286

Sydsjö, G., Selling, K. E., Nyström, K., Oscarsson, C., & Kjellberg, S. (2006). Knowledge of reproduction in teenagers and young adults in Sweden. *The European Journal of Contraception & Reproductive Health Care*, 11(2), 117–125. https://doi.org/10.1080/13625180600557589

Tankersley, A., Hasseler, E., Lewis E., Lucas, L. & Helding, B. (2024). Science Teachers' Initial Use of NGSS Science Practices in Diverse Classrooms, *Journal of Science Teacher Education*. https://doi.org/10.1080/1046560X.2024.2316434

ΥΠΟΨΗΦΙΟΙ ΔΙΔΑΚΤΟΡΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΨΗΦΙΕΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΣΕΣ

ΟΜΑΔΑ 2

Διερευνητική Διδασκαλία και Μάθηση των Θερμικών Φαινομένων με έμφαση και στη Φύση των Διερευνητικών Πρακτικών: μία βιβλιογραφική ανασκόπηση

Μαρία Ελένη Βαλκάνου, Αναστάσιος Ζουπίδης
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος μίας έρευνας, σκοπός της οποίας είναι η αξιολόγηση μίας Διδακτικής-Μαθησιακής Ακολουθίας που αφορά σε θερμικά φαινόμενα για μαθητές Δημοτικού. Στην ακολουθία θα ενσωματώνονται διερευνητικές πρακτικές με απώτερο στόχο την ανάδειξη των συσχετίσεων μεταξύ της υιοθέτησης των διερευνητικών πρακτικών, της εκμάθησης συγκεκριμένου περιεχομένου και της βελτίωσης της κατανόησης των μαθητών για πτυχές της Φύσης της Επιστήμης. Σε αυτή την εργασία παρουσιάζονται προσωρινά αποτελέσματα από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και σημαντικά ερωτήματα αναφορικά με το περιεχόμενο και τις διερευνητικές πρακτικές που θα αξιοποιηθούν. Οι απαντήσεις στα ερωτήματα αυτά θα καθορίσουν τη διαδικασία του σχεδιασμού της ακολουθίας.

Abstract

The present paper is part of a study, the purpose of which is the evaluation of a Teaching-Learning Sequence concerning thermal phenomena for primary students. Inquiry practices will be integrated into the sequence with ultimate aim to highlight the correlations between the adoption of inquiry practices, the teaching of specific content and the improvement of students' understanding regarding aspects of Nature of Science. In this paper, we present temporary results from literature review and important questions regarding the content and the inquiry practices that will be used. The answers to these questions will determine the design phase of the sequence.

Λέξεις κλειδιά: διδακτική-μαθησιακή ακολουθία, διερευνητικές πρακτικές, θερμικά φαινόμενα, φύση της επιστήμης

Key words: teaching-learning sequence, inquiry practices, thermal phenomena, nature of science

1. Εισαγωγή

Η διδασκαλία των θερμικών φαινομένων είναι κομβικής σημασίας στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, διότι εμπλέκονται σε πολλά πεδία των ΦΕ (NGSS Lead States, 2013). Στη βιβλιογραφία εντοπίζεται σημαντικός αριθμός μελετών στις οποίες προτείνονται και μελετώνται τρόποι διδασκαλίας για αυτά τα φαινόμενα, ωστόσο ο σχεδιασμός μίας διδασκαλίας που θα προωθεί την εννοιολογική κατανόησή τους παραμένει ζητούμενο (Haglund et al., 2015).

Αρκετοί ερευνητές αναφέρουν ότι η διδασκαλία των ΦΕ πρέπει να έχει ολιστικό χαρακτήρα και να επιδιώκει την επίτευξη στόχων που αφορούν σε δηλωτική και διαδικαστική γνώση και παράλληλα να ενσωματώνει και επιστημολογικούς στόχους (Capps & Crowford, 2013). Η υιοθέτηση της διερευνητικής μεθόδου στη διδασκαλία και μάθηση δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να προσεγγίσουν τόσο τις επιστημονικές έννοιες, όσο και τις επιστημονικές διαδικασίες (NRC, 2000) και συνεπώς συμβάλλει και στην καλύτερη κατανόηση πτυχών της Φύσης της Επιστήμης (Lederman et al., 2014).

2. Μεθοδολογία

Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος μίας ευρύτερης έρευνας σκοπός της οποίας είναι η αξιολόγηση μίας ΔΜΑ σχετικής με τη διδασκαλία των θερμικών φαινομένων σε μαθητές Δημοτικού σχολείου. Στην ακολουθία θα ενσωματώνονται διερευνητικές πρακτικές με απώτερο στόχο την ανάδειξη των συσχετίσεων μεταξύ της υιοθέτησης διερευνητικών πρακτικών, της εκμάθησης συγκεκριμένου περιεχομένου και της βελτίωσης της κατανόησης των μαθητών για πτυχές της ΦτΕ.

Προς αυτή την κατεύθυνση η εργασία βρίσκεται στη φάση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Από τη διαδικασία αυτή θα καθοριστεί το ακριβές περιεχόμενο που θα διδαχθεί, οι διερευνητικές πρακτικές που θα αξιοποιηθούν με στόχο την κατανόηση αυτού του περιεχομένου και οι πτυχές της ΦτΕ που θα επιδιωχθεί να βελτιωθούν, καθώς και με ποιο τρόπο.

Για καθέναν από αυτούς τους άξονες πραγματοποιείται συστηματική αναζήτηση στη βιβλιογραφία. Ενδεικτικά, για τον άξονα του περιεχομένου πραγματοποιήθηκε αναζήτηση στη βάση δεδομένων Scopus με λέξεις κλειδιά: “thermal phenomena”, “science education”, “teaching intervention”. Η επιλογή των άρθρων πραγματοποιήθηκε με τα εξής κριτήρια: α) να περιλαμβάνουν τον σχεδιασμό διδακτικής παρέμβασης, β) να είναι γραμμένα στα αγγλικά, γ) να είναι δημοσιευμένα σε έγκριτα επιστημονικά περιοδικά, και δ) η χρονική περίοδος δημοσίευσής τους να είναι από το 2000 έως σήμερα. Συγκεκριμένα, από την αναζήτηση προέκυψαν 73 άρθρα, τα οποία περιορίστηκαν σε 56 εφαρμόζοντας το κριτήριο του χρονικού περιορισμού. Κατόπιν, μετά από σύντομη ανάγνωσή τους επιλέχθηκαν 23 άρθρα τα οποία είναι δημοσιευμένα σε έγκριτα περιοδικά και περιλαμβάνουν τον σχεδιασμό μίας παρέμβασης για θερμικά φαινόμενα.

Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα που επιδιώκεται να απαντηθούν μέσα από την παρούσα εργασία είναι τα ακόλουθα:

- Ποιες εναλλακτικές ιδέες μαθητών είναι κρίσιμες για την κατανόηση των θερμικών φαινομένων;

- Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των διδακτικών παρεμβάσεων που εντοπίζονται στη βιβλιογραφία για τη διδασκαλία των θερμικών φαινομένων;

- Ποιες διερευνητικές πρακτικές σχετίζονται με βελτίωση των απόψεων των μαθητών για τη ΦτΕ και πώς επιτυγχάνεται αυτή η βελτίωση;

3. Αποτελέσματα

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται τα ευρήματα που έχουν προκύψει από τη μέχρι τώρα ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. Τα ευρήματα αυτά αναμένεται να έχουν εμπλουτιστεί κατά την πραγματοποίηση του συνεδρίου.

Αναφορικά με εναλλακτικές ιδέες μαθητών δημοτικού σχολείου για θερμικές έννοιες και φαινόμενα, έχει βρεθεί ότι μαθητές αυτής της βαθμίδας τείνουν να αποδίδουν υλική υπόσταση στην έννοια της θερμότητας και να θεωρούν ότι είναι μία ουσία με ιδιότητες ρευστού (Erickson & Tiberghien, 1985). Η εν λόγω ιδέα φαίνεται να είναι κομβικής σημασίας για την εννοιολογική κατανόηση αρκετών θερμικών φαινομένων, καθώς εμποδίζει τους μαθητές να αντιληφθούν αυτά τα φαινόμενα με όρους μεταφοράς ενέργειας (Kesidou & Duit, 1993). Επιπλέον, μαθητές δημοτικού ταυτίζουν τις έννοιες της θερμοκρασίας και της θερμότητας και θεωρούν ότι η θερμοκρασία είναι το μέτρο της θερμότητας ενός αντικειμένου (Jasien & Oberem, 2002).

Αρκετοί ερευνητές για τη διδασκαλία φαινομένων μεταφοράς θερμότητας αξιοποιούν ένα μακροσκοπικό «καλορικό» μοντέλο ροής θερμότητας. Το εν λόγω μοντέλο αν και φαίνεται χρήσιμο ώστε οι μαθητές να αντιληφθούν αυτά τα φαινόμενα, αλλά και να διακρίνουν τις έννοιες της θερμοκρασίας και της θερμότητας, ενισχύει την υλική αντίληψή τους για τη θερμότητα (de Berg, 2008). Ωστόσο, οι Wiser & Amin (2001) υποστηρίζουν ότι η διάκριση των εννοιών της θερμοκρασίας και της θερμότητας απαιτεί σε πρώτο επίπεδο μία οντολογική αναδιοργάνωση των αντιλήψεων των μαθητών που θα αφορά στον διαχωρισμό της θερμότητας ως ενέργειας από τη θερμότητα ως «ζέστης» που περιέχει ένα αντικείμενο.

Παράλληλα, οι μαθητές τείνουν να θεωρούν τους τρεις μηχανισμούς διάδοσης της θερμότητας ως έννοιες παρεμφερείς. Συγκεκριμένα, δυσκολεύονται να κατανοήσουν τη διαφορά της αγωγής στα μέταλλα από τα ρεύματα μεταφοράς στα ρευστά και συχνά θεωρούν ότι η διάδοση της θερμότητας τόσο στα στερεά, όσο και στα ρευστά οφείλεται στην κίνηση των ατόμων. Η τάση αυτή των μαθητών φαίνεται να είναι αναμενόμενη, καθώς αγνοούν τους μηχανισμούς διάδοσης της θερμότητας και παράλληλα οι έρευνες φαίνεται να μελετούν τους μηχανισμούς αυτούς ως στοιχεία ενός ευρύτερου συνόλου και όχι ως διακριτά φαινόμενα (Çoruhlu, 2017).

Οι διερευνητικές πρακτικές της μοντελοποίησης και της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών έχει βρεθεί ότι σχετίζονται θετικά τόσο με την εκμάθηση του περιεχομένου, όσο και με την καλλιέργεια επιστημονικών δεξιοτήτων στους μαθητές και της βελτίωσης των απόψεών τους για πτυχές της ΦτΕ (Bächtold et al., 2023).

Έχει βρεθεί ότι ο συνδυασμός ρητής διδασκαλίας πτυχών της ΦτΕ με αναστοχαστικές δραστηριότητες συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση του εκάστοτε περιεχομένου και των πτυχών αυτών (Witucki et al., 2023). Οι Akerson et al. (2019) συνοψίζοντας τη βιβλιογραφία αναφορικά με ωφέλιμες αναστοχαστικές πρακτικές αναφέρουν ως πιο σημαντικές τις ακόλουθες: α) ομαδική εργασία, β) αναστοχαστικές ερωτήσεις του εκπαιδευτικού και συνακόλουθη συζήτηση σε επίπεδο ολομέλειας τάξης, γ) μοντελοποίηση της σκέψης για έννοιες της ΦτΕ, δ) hands-on δραστηριότητες και ε) μετάβαση από καθοδηγούμενη προς ανοιχτή διερεύνηση.

4. Συμπεράσματα

Από τη μέχρι τώρα ανασκόπηση της βιβλιογραφίας εγείρονται κάποια σημαντικά ερωτήματα που θα καθορίσουν τη διαδικασία του σχεδιασμού. Η εναλλακτική ιδέα των μαθητών ότι η θερμότητα έχει υλική υπόσταση, αλλά και η ιδέα τους ότι η θερμοκρασία ταυτίζεται με τη θερμότητα φαίνεται να είναι κομβικές για την εννοιολογική κατανόηση των θερμικών φαινομένων. Ωστόσο, προκύπτει το ερώτημα με ποια σειρά θα πρέπει αυτές να αντιμετωπιστούν κατά τον σχεδιασμό μίας αποτελεσματικής διδασκαλίας, αλλά και ποια θερμικά φαινόμενα φαίνονται κατάλληλα για την αντιμετώπιση αυτών των ιδεών.

Επιπλέον, αφού καθοριστεί το περιεχόμενο προς διδασκαλία προκύπτει το ερώτημα αναφορικά με το ποιες διερευνητικές πρακτικές θα αξιοποιηθούν και πώς θα προσαρμοστούν στο συγκεκριμένο περιεχόμενο και παράλληλα ποιες πτυχές της ΦτΕ θα προσεγγιστούν και με ποιες αναστοχαστικές δραστηριότητες θα διερευνηθεί η βελτίωση των αντιλήψεων των μαθητών για αυτές.

5. Βιβλιογραφία

Akerson, V. L., Carter, I., Pongsanon, K., & Nargund-Joshi, V. (2019). Teaching and Learning Nature of Science in Elementary Classrooms. *Science & Education, 28*(3–5), 391–411. https://doi.org/10.1007/s11191-019-00045-1

Bächtold, M., Cross, D., & Munier, V. (2024). The relationships between the practice of different scientific activities and students' scientific knowledge, inquiry skills, view of the nature of science and attitude towards science: a study in primary school. *International Journal of Science Education*. https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2303623

Capps, D., & Crawford, B. (2013). Inquiry-based instruction and teaching about nature of science: Are they happening? *Journal of Science Teacher Education, 24*(3), 497–526. https://doi.org/10.1007/s10972-012-9314-z

Çoruhlu, T. Ş. (2017). Pre-service science teachers' conceptions of the "conduction of heat in solids". *Journal of Baltic Science Education, 16*(2), 163–174. https://doi.org/10.33225/jbse/17.16.163

de Berg, K. (2008). The Concepts of Heat and Temperature: The Problem of Determining the Content for the Construction of an Historical Case Study which is Sensitive to Nature of Science Issues and Teaching–Learning Issues. *Science & Education, 17*(1), 75–114. https://doi.org/10.1007/s11191-006-9040-z

Erickson, G., & Tiberghien, A. (1985). Heat and temperature. In R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science* (pp. 52-83). Open University Press.

Haglund, J., Jeppsson, F., Hedberg, D., & Schönborn, K. J. (2015). Thermal cameras in school laboratory activities. *Physics Education, 50*(4), 424–430. https://doi.org/10.1088/0031-9120/50/4/424

Jasien, P. G., & Oberem, G. E. (2002). Understanding of elementary concepts in heat and temperature among college students and K-12 teachers. *Journal of Chemical Education, 79*(7), 889–895. https://doi.org/10.1021/ed079p889

Kesidou, S., & Duit, R. (1993). Students' conceptions of the second law of thermodynamics: An interpretive study. *Journal of Research in Science Teaching, 30*(1), 85-106. https://doi.org/10.1002/tea.3660300107

Lederman, N. G., Antink, A., & Bartos, S. (2014). Nature of science, scientific inquiry, and socio-scientific issues arising from genetics: A pathway to developing a scientifically literate citizenry. *Science & Education, 23*(2), 285-302. https://doi.org/10.1007/s11191-012-9503-3

National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning*. National Academy Press.

NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. The National Academies Press.

Wiser, M., & Amin, T. (2001). “Is heat hot?” Inducing conceptual change by integrating everyday and scientific perspectives on thermal phenomena. *Learning and Instruction, 11*(4–5), 331–355. https://doi.org/10.1016/s0959-4752(00)00036-0

Witucki, A., Beane, W. S., Pleasants, B., Dai, P., & Rudge, D. W. (2023). An explicit and reflective approach to teaching Nature of Science in a course-based undergraduate research experience. *Science & Education*. https://doi.org/10.1007/s11191-023-00441-8

Αξιοποίηση των Makerspaces στην Εκπαίδευση: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Κυριακή Βάκκου, Τάσος Χοβαρδάς, Ζαχαρίας Ζαχαρία
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κύπρου

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για την εκπαίδευση που λαμβάνει τόπο σε χώρους δημιουργίας και κατασκευής (makerspaces) και αξιοποιεί την προσέγγιση STEAM κατά την διάρκεια της μάθησης. Στην παρούσα έρευνα, μέσα από την αξιοποίηση της βάσης δεδομένων SCOPUS, εντοπίστηκαν και αναλύθηκαν 31 άρθρα τα οποία αφορούσαν έρευνες με εμπειρικά δεδομένα που προέκυψαν από παρεμβάσεις με μαθητές νηπιαγωγείου μέχρι Λυκείου, οι οποίοι ήρθαν σε επαφή με δραστηριότητες δημιουργίας και κατασκευής (making). Μέσα από την παρούσα έρευνα αναδεικνύεται η αποτελεσματικότητα της αξιοποίησης των χώρων δημιουργίας και κατασκευής στην εκπαίδευση, καθώς ενθαρρύνεται η δημιουργικότητα, η γνώση σε ποικίλα μαθήματα και η ανάπτυξη δεξιοτήτων των μαθητών.

Abstract

In recent years, there has been a growing interest in education taking place in makerspaces, utilizing the STEAM approach during learning. In this research, through the use of SCOPUS database, 31 articles were identified and analyzed, focusing on empirical research involving interventions with students from kindergarten to high school who engaged in making activities. This research highlights the effectiveness of utilizing makerspaces in education, as it encourages creativity, knowledge across various subjects, and skill development among students.

Λέξεις κλειδιά: εκπαίδευση δημιουργίας και κατασκευής, χώρος δημιουργίας και κατασκευής, STEM, STEAM

Key words: maker education, makerspace, STEM, STEAM

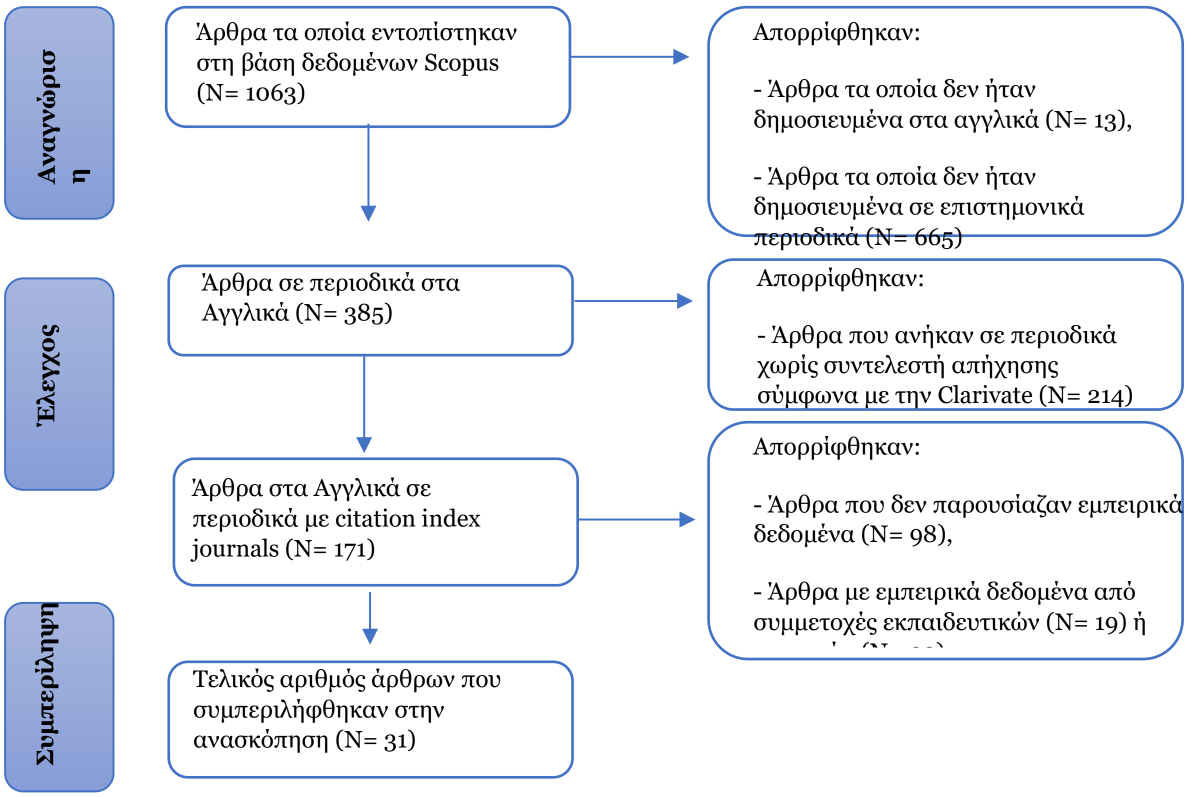
1. Εισαγωγή

Κάθε χρόνο, οι απαιτήσεις στη διδασκαλία και τη μάθηση απαιτούν αναπροσαρμογή με την ένταξη νέων τεχνολογικών προσεγγίσεων στα σχολικά προγράμματα. Με τις νέες προσεγγίσεις στα παραδοσιακά σχολικά προγράμματα ενθαρρύνεται η προσέγγιση STEM και η καλλιέργεια δεξιοτήτων του 21ου αιώνα. Όσον αφορά την προσέγγιση STEAM, σύμφωνα με τους Juškevičienė et al. (2020), η εκπαιδευτική αυτή προσέγγιση περιλαμβάνει την ενσωμάτωση της τέχνης και του σχεδιασμού στα πεδία STEM, με έμφαση στην προώθηση της συνεργασίας μεταξύ εκπαιδευτικών από διαφορετικές ειδικότητες, στην ένταξη της δημιουργικότητας και σε δραστηριότητες που βασίζονται στη μάθηση μέσω της επίλυσης προβλήματος από την καθημερινή ζωή. Επιπρόσθετα, αναφερόμενοι στον όρο making, συμπεριλαμβάνεται η δημιουργία, η κατασκευή, η προσαρμογή ή επαναχρησιμοποίηση φυσικών αντικειμένων, με σκοπό την παραγωγή ενός αντικειμένου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί, να παιχτεί ή να παρουσιαστεί, είτε για κάποιο πρακτικό σκοπό είτε για ψυχαγωγικό (Martin, 2015). Αυτή η διαδικασία συχνά περιλαμβάνει παραδοσιακές τεχνικές χειροτεχνίας (π.χ., ραπτική, ξυλουργική, κ.λπ.), και συχνά μπορεί να περιλαμβάνει την αξιοποίηση ψηφιακών τεχνολογιών, είτε για την κατασκευή (π.χ., laser cutters, CNC μηχανές, εκτυπωτές 3D), είτε για τον σχεδιασμό τους (π.χ., μικροελεγκτές, LED) (Martin, 2015). Ενσωματώνοντας στην εκπαίδευση τον όρο making (maker education), έχουμε την μαθησιακή προσέγγιση που εμπλέκει τους μαθητές στη δημιουργία καινούριων προϊόντων, βασισμένοι σε δικές τους ιδέες με σκοπό την επίλυση ενός προβλήματος (Shu & Huang, 2021). Η προσέγγιση αυτή έχει θεωρητικές ρίζες στην κατασκευαστική θεωρία (constructionism) του Papert, στην θεωρία του Dewey (learning by doing) και στην εκπαιδευτική μέθοδο Montessori όπου ο εκπαιδευόμενος/η μαθαίνει μέσα από το παιχνίδι (Chou, 2018).

Όταν αναφερόμαστε στον όρο «making», διάφορες επιστημονικές δημοσιεύσεις χρησιμοποιούν διαφορετικούς ορισμούς. Πολλές φορές, οι συγγραφείς χρησιμοποιούν τον όρο «makerspace», άλλες φορές τον όρο «fabrication laboratory/ fab lab» και λιγότερες φορές τον όρο «hackerspace». Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται με βάση τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται σε κάθε χώρο. Ωστόσο, πρέπει να τονιστεί ότι δεν υπάρχει κάποιος κατάλογος με απαραίτητο εξοπλισμό που πρέπει να υπάρχει σε ένα χώρο δημιουργίας και κατασκευής (Martinez & Stager, 2019).

2. Μεθοδολογία

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τη βάση δεδομένων SCOPUS (https://www.scopus.com/home.uri), και ακολουθήθηκε η μέθοδος Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (Page et al., 2021) για να παρουσιαστεί η διαδικασία αναζήτησης. Το διάγραμμα ροής PRISMA 2020 χρησιμοποιείται για να παρουσιαστεί η διαδικασία που ακολουθήθηκε στις συστηματικές ανασκοπήσεις. Στη βάση δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η ακόλουθη αλυσίδα αναζήτησης: ("Fab Lab" OR fablab OR "Fabrication Lab" OR makerspace OR "maker space" OR "maker movement" OR "maker education" OR hackerspace) AND (education OR stem OR steam), με σκοπό να συμπεριληφθούν στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας όλοι οι όροι/τύποι makerspace που χρησιμοποιούνται στις κοινότητες πρακτικής. Αναζητήθηκαν οι παραπάνω όροι- κλειδιά στον τίτλο, στην περίληψη και στις λέξεις- κλειδιά των άρθρων. Στο σχήμα 1 που ακολουθεί παρουσιάζεται η διαδικασία της συστηματικής ανασκόπησης που ακολουθήθηκε στην παρούσα έρευνα.



3. Αποτελέσματα

Βασικές πληροφορίες για τα 31 άρθρα που περιλαμβάνονται στην βιβλιογραφική ανασκόπηση παρουσιάζονται στον ακόλουθο σύνδεσμο (Βιβλιογραφία). Στον πίνακα 1 συνοψίζονται τα στατιστικά στοιχεία για τα άρθρα που επιλέχθηκαν.

Το μάθημα της τέχνης και τα γνωστικά αντικείμενα από την προσέγγιση STEM φάνηκε να μπορούν να εμπλέξουν αποτελεσματικά τους μαθητές σε δραστηριότητες δημιουργίας και κατασκευής (Lindberg et al., 2020). Η χρήση της μάθησης βασισμένης σε Fab- Lab, για παράδειγμα, επιτρέπει στους μαθητές να "αντανακλούν, αμφισβητούν, αξιολογούν, συνεργάζονται και να κάνουν συνδέσεις μεταξύ ιδεών" (Togou et al., 2020). Αρκετές από τις μελέτες έχουν εξερευνήσει τα πιθανά οφέλη της ενσωμάτωσης τέτοιων δραστηριοτήτων σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα, όπου μαθητές φάνηκε να μπορούν να αποκτήσουν γνώσεις και βαθύτερη κατανόηση πολύπλοκων εννοιών μέσω πρακτικής (hand-on activities) και εμπειρικής μάθησης (Leonard et al., 2022˙ Jia et al., 2021˙ Tofel-Grehl et al., 2021˙ Ng & Chan, 2019˙ Yin et al., 2020˙ Chou, 2018).

Μέσα από την προσέγγιση STEAM και την εκπαίδευση δημιουργίας και κατασκευής δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να συνεργαστούν και να επικοινωνήσουν ως ομάδα για να ολοκληρώσουν μια πολύπλοκη δραστηριότητα επίλυσης κάποιου προβλήματος μέσα από την δημιουργία μιας κατασκευής (Timotheou & Ioannou, 2021˙ Iwata et al., 2020). Επιπλέον, η εκπαίδευση δημιουργίας και κατασκευής μπορεί να προωθήσει τις δεξιότητες του $21^{ου}$ αιώνα των μαθητών με πολλούς τρόπους καθώς εμπλέκονται σε μαθησιακές δραστηριότητες μέσω του σχεδιασμού και της δημιουργίας κατασκευών (Gratini & Giannandrea, 2022˙ Iwata et al., 2020). Επίσης, έχει διαπιστωθεί ότι η εκπαίδευση αυτή προάγει την κριτική σκέψη και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων (Weng et al., 2022˙ Wang et al., 2022˙ Timotheou & Ioannou, 2021˙ Iwata et al., 2020).

Πίνακας 1. Στατιστικά στοιχεία των άρθρων της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης

	Χρονική περίοδος		
	2017- 2018	2019-2020	2021-2022
Αριθμός δημοσιευμένων άρθρων	5	15	11
Εκπαιδευτικό επίπεδο (% στην ίδια χρονική περίοδο)*			
Νηπιαγωγείο	0	6.7	9.1
Α'- Γ' Δημοτικού	20	6.7	18.2
Δ'- Στ' Δημοτικού	60	33.3	27.3
Γυμνάσιο	40	60	18.2
Λύκειο	20	40	45.4
Μέγεθος δείγματος (μέση τιμή και τυπική απόκλιση μέσα σε παρένθεση)	71.2 (55.7)	50.1 (56.6)	67.6 (47.7)
Προσέγγιση			
STEM	100	46.7	54.5
STEAM	0	46.7	27.3
Εννοποιημένη προσέγγιση STEM/ STEAM	0	6.7	18.2
Αξιολόγηση των παρεμβάσεων (% στην ίδια χρονική περίοδο)*			
Γνώση (συμπεριλαμβανομένης της έννοιας της κατανόησης)	80	13.3	27.3
Δεξιότητες (συμπεριλαμβανομένων των δεξιοτήτων του $21^{ου}$ αιώνα, της δημιουργικότητας)	20	26.7	45.5
Επίτευξη στόχου (μετρημένη με ειδικά σχεδιασμένες δραστηριότητες)	20	13.3	18.2
Συνεργασία (συμπεριλαμβανομένης της αλληλεπίδρασης των μαθητών)	0	33.3	9.1
Στάσεις (συμπεριλαμβανομένης της αυτο- αποτελεσματικότητας, του ενδιαφέροντος και των στάσεων προς τους εκπαιδευτικούς τομείς)	40	33.3	36.4
Τύπος της παρέμβασης (%στην ίδια χρονική περίοδο)			
Πειραματική έρευνα	20	0	18.2
Οιονεί πειραματική έρευνα	20	0	0
Μη πειραματική	60	100	81.8

*Τα ποσοστά για κάθε χρονική περίοδο μπορεί να αθροιστούν περισσότερο από 100%.

Μέσα από την δημιουργία της κατασκευής, οι μαθητές ενθαρρύνονται να μάθουν από μόνοι τους και πιθανόν να τους βοηθήσει να νιώσουν αυτοπεποίθηση στην προσπάθεια τους να μάθουν και να επιλύσουν προβλήματα, ενώ τους επιτρέπει ταυτόχρονα να εξατομικεύουν την εκπαιδευτική τους εμπειρία επιλέγοντας τα δικά τους έργα και μαθαίνοντας στον δικό τους ρυθμό (Jia et al., 2021˙ Schlegel et al., 2019).

4. Συμπεράσματα

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας υπογραμμίζονται τα πλεονεκτήματα των δραστηριοτήτων δημιουργίας και κατασκευής, αναδεικνύοντας την εμπλοκή των μαθητών στα πεδία STEM και την τέχνη, ενώ διευκολύνουν τον συλλογισμό, την συνεργασία και τις συσχετίσεις μεταξύ των εννοιών. Με την ενσωμάτωση τέτοιων δραστηριοτήτων σε διάφορες επιστήμες στην εκπαίδευση, οι μαθητές μπορούν να αποκτήσουν πολυδιάστατες γνώσεις και μια πιο βαθιά κατανόηση σύνθετων εννοιών μέσα από την πρακτική και εμπειρική μάθηση. Η συνεργασία στους χώρους δημιουργίας και κατασκευής είναι ζωτικής σημασίας, απαιτώντας από τους μαθητές να εργαστούν για την επίλυση καθημερινών προβλημάτων, να μοιραστούν την δουλειά τους με τους συμμαθητές τους και να αναπτύξουν δεξιότητες ανατροφοδότησης και ομαδικής εργασίας. Πρόσθετα, μπορούν να προαχθούν δεξιότητες του 21ου αιώνα, όπως η κριτική σκέψη, η επίλυση προβλημάτων και η υπολογιστική σκέψη. Συμπερασματικά, τέτοιοι χώροι αποτελούν σίγουρα μια αξιόλογη προσθήκη σε οποιοδήποτε εκπαιδευτικό πρόγραμμα, ωστόσο, προκύπτει η ανάγκη για συνεχή εκπαίδευση των εκπαιδευτικών και εύρεση της ισορροπίας μεταξύ των αναλυτικών προγραμμάτων και της ενσωμάτωσης τέτοιων δραστηριοτήτων.

5. Βιβλιογραφία

Chou, P. N. (2018). Skill Development and Knowledge Acquisition Cultivated by Maker Education: Evidence from Arduino-based Educational Robotics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14*(10), 1–15. https://doi.org/10.29333/ejmste/93483.

Juškevičienė, A., Dagienė, V., & Dolgopolovas, V. (2021). Integrated activities in STEM environment: Methodology and implementation practice. *Computer Applications in Engineering Education*, *29*(1), 209–228. https://doi.org/10.1002/cae.22324.

Martin, L. (2015). The Promise of the Maker Movement for Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 5(1), Article 4. https://doi.org/10.7771/2157-9288.1099.

Martinez, S. L., & Stager, G. (2019). *Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom* (2nd ed.). Constructing Modern Knowledge Press. ISBN: 9780997554373.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, *372*, 71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71.

Shu, Y., & Huang, T. C. (2021). Identifying the potential roles of virtual reality and STEM in Maker education. *Journal of Educational Research, 114(2),* 108-118. https://doi.org/10.1080/00220671.2021.1887067.

*Ο πλήρης κατάλογος των άρθρων που έχουν αναλυθεί παρουσιάζεται εδώ: Βιβλιογραφία.

Μεταβολή των Στάσεων Μαθητών/τριών Λυκείου ως προς τη Φυσική, έπειτα από την Εφαρμογή Εργαστηριακών Δραστηριοτήτων Διερευνητικής Φύσης

Βασίλειος Γκάγκας, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα διερευνά τις στάσεις των μαθητών/τριών της Β/θμιας εκπαίδευσης απέναντι στο εργαστηριακό μάθημα της Φυσικής σε διαφορετικές χρονικές στιγμές έπειτα από την εφαρμογή διαφόρων τύπων διερευνητικής μάθησης. Επιπλέον, διερευνάται η επίδραση του φύλου και της τάξης των μαθητών στις στάσεις τους. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δείγμα 22 μαθητών/τριών της α' και β' λυκείου και διήρκεσε 4 μήνες. Τα αποτελέσματα δείχνουν θετική επίδραση της διερευνητικής μάθησης στις στάσεις των μαθητών, ενώ διαφοροποιήσεις παρατηρούνται ως προς την τάξη των μαθητών. Συνολικά, τα ευρήματα υπογραμμίζουν την αποτελεσματικότητα της διερευνητικής μάθησης στη βελτίωση των στάσεων των μαθητών έναντι του μαθήματος Φυσικής.

Abstract

The current research investigates the attitudes of secondary education students towards the Physics laboratory class at different time points following the application of various types of inquiry-based learning. Additionally, it explores the influence of gender and students' grade levels on their attitudes. The study was conducted on 22 first and second-grade high school students over four months. Results indicate a positive impact of inquiry-based learning on students' attitudes, with variations observed concerning the students' grade levels. Overall, the findings underscore the effectiveness of inquiry-based learning in improving students' attitudes towards the Physics subject.

Λέξεις κλειδιά: στάσεις απέναντι στην επιστήμη, μάθηση μέσω διερεύνησης
Keywords: *attitudes toward science,* inquiry-based learning

1. Εισαγωγή

Κάθε εκπαιδευτικός, μέσω της διδασκαλίας στο αντίστοιχο επιστημονικό του πεδίο, επιδιώκει να προωθήσει θετικές στάσεις στους μαθητές/τριες απέναντι στην επιστήμη. Η προώθηση επιστημονικών στάσεων αποτελεί κεντρικό στόχο στο πλαίσιο της επιστημονικής εκπαίδευσης (NRC, 2012) και κατά τη διάρκεια των χρόνων, η έρευνα σχετικά με τις στάσεις έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον πολλών εκπαιδευτικών και ψυχολόγων. Αυτό συμβαίνει, αφενός, επειδή οι θετικές στάσεις συμβάλλουν σημαντικά στην επιθυμία των μαθητών για μάθηση (George, 2006) και, αφετέρου, επειδή συνδέονται θετικά με την αύξηση των σχολικών τους επιδόσεων (Papanastasiou & E. Papanastasiou, 2004).

Ο όρος "στάσεις απέναντι στην επιστήμη" τοποθετείται από ορισμένους ερευνητές της εκπαίδευσης στο γνωστικό τομέα, από άλλους στον συναισθηματικό τομέα, ενώ κάποιοι τον χρησιμοποιούν εναλλακτικά (Aydeniz & Kotowski, 2014). Σύμφωνα με τους Osborne et al. (2004), οι στάσεις, ιδωμένες από την κοινωνικογνωστική τους οπτική, περιλαμβάνουν την επεξεργασία πληροφοριών προς κατασκευή νοήματος και γνώσης, ενώ από τη συναισθηματική τους οπτική, περιλαμβάνουν τα συναισθήματα των μαθητών κατά τη διαδικασία μάθησής τους. Στην παρούσα μελέτη, οι στάσεις απέναντι στην επιστήμη εκλαμβάνονται ως συναισθηματικές αντιδράσεις (ευνοϊκές ή όχι) των μαθητών απέναντι στα σχολικά μαθήματα, απέναντι στους εκπαιδευτικούς ή γενικότερα απέναντι στην επιστήμη

(Osborne, Simon & Collins, 2003) και υπό αυτήν την έννοια οι στάσεις τοποθετούνται στο συναισθηματικό τομέα. Η κατηγοριοποίηση των στάσεων στον γνωστικό τομέα περιλαμβάνει τις «επιστημονικές στάσεις», οι οποίες ορίζονται ως οι συγκεκριμένοι τρόποι σκέψης που έχουν υιοθετήσει οι επιστήμονες στην καθημερινή τους ζωή (ανοικτή σκέψη, ειλικρίνεια και σκεπτικισμός) και έχουν τη βάση τους στην καθημερινή επιστημονική πρακτική (Gardner, 1975).

Όσον αφορά τις στάσεις απέναντι στην επιστήμη, υπάρχει γενική συμφωνία ότι βασίζονται σε ένα πολυδιάστατο κατασκεύασμα που αποτελείται από διάφορες πτυχές και εκλαμβάνονται ως συναισθηματικές αντιδράσεις που καθορίζονται από τα συναισθήματα, τις πεποιθήσεις και τις προσωπικές αξίες (Osborne et al., 2003). Ο Klopfer (1971) παρείχε μια ταξινομία των στάσεων απέναντι στην επιστήμη, τις οποίες τοποθετεί στον συναισθηματικό τομέα και αυτές είναι οι: α) θετική στάση απέναντι στην επιστήμη, β) αποδοχή της επιστημονικής διερεύνησης ως μεθόδου σκέψης για την αντιμετώπιση προβλημάτων, γ) υιοθέτηση της επιστημονικής μεθοδολογίας, δ) ευχαρίστηση από τη μάθηση της επιστήμης, ε) ανάπτυξη ενδιαφέροντος για επιστημονικές δραστηριότητες εκτός μαθημάτων και, στ) ανάπτυξη ενδιαφέροντος για καριέρα στην επιστήμη.

Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσης έρευνας είναι δύο:

1) Πως μεταβάλλονται οι στάσεις των μαθητών/τριών, της Β/βμιας εκπαίδευσης απέναντι στο εργαστηριακό μάθημα της Φυσικής όταν εργάζονται υπό διάφορα είδη διερευνητικής μάθησης (επιβεβαιωτική, δομημένη, καθοδηγούμενη);

2) Το φύλο (ή η τάξη) επηρεάζει τις στάσεις των μαθητών/τριών απέναντι στο εργαστηριακό μάθημα της Φυσικής όταν εργάζονται υπό διάφορα είδη διερευνητικής μάθησης (επιβεβαιωτική, δομημένη, καθοδηγούμενη);

2. Μεθοδολογία

Αναπτύχθηκε μια σειρά παρεμβάσεων διάρκειας τεσσάρων μηνών (Φεβρουάριος-Μάιος 2023) σε δείγμα N=22 μαθητών/τριών της α & β λυκείου. Η έρευνα περιλάμβανε 18 συνεδρίες διάρκειας 40-45 λεπτών η κάθε μία και απαιτούσε την εργασία των μαθητών στα πλαίσια τριών τύπων διερευνητικής μάθησης (επιβεβαιωτική, δομημένη, καθοδηγούμενη) (Hackling, 2005). Ο θεματικός τομέας που καλύφθηκε στις παρεμβάσεις εντάχθηκε στο επιστημονικό πεδίο της «Νευτώνειας Μηχανικής».

Οι μαθητές/τριες συμμετείχαν εθελοντικά στην έρευνα και φοιτούσαν σε φροντιστήριο μέσης εκπαίδευσης και ταυτόχρονα σε Δημόσια σχολεία της Λάρισας. Οι επιδόσεις τους στο μάθημα της Φυσικής ήταν ανάμεικτες με απολυτήριους βαθμούς από την προηγούμενη τάξη που κυμαίνονταν από 10 έως 20. Κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων οι μαθητές χωρίζονταν σε μικρές ομάδες των 3-4 ατόμων και ενθαρρύνονταν να εργαστούν ομαδοσυνεργατικά, στα πλαίσια της λειτουργίας ενός Science Club Φυσικής.

Οι μαθητές/τριες είχαν πρόσβαση σε προσομοιώσεις (https://phet.colorado.edu) και σε εργαστηριακό εξοπλισμό που περιλάμβανε ασύρματα αμαξίδια Pasco, ράγες κίνησης, σετ μαζών, ψηφιακές ζυγαριές και προσωπικούς φορητούς υπολογιστές. Οι μαθητές σχεδίαζαν και εκτελούσαν πειράματα περνώντας από όλα τα διερευνητικά στάδια μιας επιστημονικής έρευνας (διατύπωση διερευνήσιμου ερωτήματος, σχεδίαση & εκτέλεση της έρευνας, λήψη πειραματικών μετρήσεων, επεξεργασία των μετρήσεων και εξαγωγή συμπερασμάτων). Η υποστήριξη (scaffolding) για την εκτέλεση των σταδίων της έρευνας παρεχόταν ρητά, τόσο γραπτώς μέσα στα φύλλα εργασίας μέσω καθοδηγητικών ερωτήσεων όσο και προφορικά από τον εκπαιδευτικό, ακολουθώντας τις αρχές του διερευνητικού συνεχούς (Banchi & Bell, 2008; Du et al., 2005). Στο τέλος κάθε τύπου διερεύνησης, οι μαθητές/τριες καθοδηγούνταν να γράψουν μια αναστοχαστική πειραματική εργασία ώστε να αναστοχαστούν τόσο επάνω στις διαδικασίες και τα αποτελέσματα των ερευνών τους όσο και στων υπόλοιπων ομάδων.

Οι θεματικοί τομείς στους οποίους εργάστηκαν διερευνητικά οι μαθητές/τριες ήταν η «Επιτάχυνση» όπου έπρεπε να διερευνήσουν το πώς διαφορετικές μεταβλητές επηρεάζουν την επιτάχυνση ενός αμαξιδίου, η «Πτώση» όπου έπρεπε να διερευνήσουν το πώς διαφορετικές μεταβλητές επηρεάζουν το χρόνο που χρειάζεται μια σφαίρα να αγγίξει το έδαφος, η «Κίνηση βλήματος» όπου έπρεπε να διερευνήσουν το πώς διαφορετικές μεταβλητές επηρεάζουν την βεληνεκές ενός βλήματος και οι «Κρούσεις» στις οποίες έπρεπε να διερευνήσουν το πώς διαφορετικές μεταβλητές επηρεάζουν την ποσοστιαία μεταβολή της κινητικής ενέργειας ενός συστήματος m1-m2 σε μια μηχανική κρούση.

Η συλλογή των δεδομένων σχετικά με τις στάσεις των μαθητών/τριών έγινε μέσω της συμπλήρωσης από τους μαθητές της ελληνικής έκδοσης του Ερωτηματολογίου Στάσεων απέναντι στις Επιστημονικές Δραστηριότητες (Test of Science Related Attitudes, TOSRA) (Fraser, 1981) το οποίο χορηγήθηκε σε τέσσερις διαφορετικές χρονικές στιγμές. Το ερωτηματολόγιο χορηγήθηκε αρχικά στα πλαίσια της αρχικής μέτρησης του δείγματος (pre), και στη συνέχεια χορηγήθηκε ακόμα τρεις φορές - έπειτα από την ολοκλήρωση του κάθε τύπου διερεύνησης (post). Το TOSRA είναι ένα ερωτηματολόγιο που υλοποιεί την ταξινόμηση του Klopfer αναφορικά με τις Στάσεις των μαθητών απέναντι στην επιστήμη, και εστιάζει ειδικά σε πειραματικές δραστηριότητες (Fraser, 1978). Το ερωτηματολόγιο είναι σταθμισμένο σε ελληνικό δείγμα N=662 μαθητών και μαθητριών της Α' και Β' λυκείου και αποτιμά τις Στάσεις μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης οι οποίες σχετίζονται με την επιστήμη σε πέντε κλίμακες (Γκάγκας & Χατζηκρανιώτης, 2024). Αυτές είναι: α) οι στάσεις των μαθητών απέναντι στην επιστημονική έρευνα (Attitudes to Scientific Inquiry), β) η υιοθέτηση επιστημονικών στάσεων (Adoption of Scientific Attitudes), γ) η απόλαυση του μαθήματος της Επιστήμης (Enjoyment of Science Lessons), δ) το ενδιαφέρον αναψυχής στην επιστήμη (Leisure Interest in Science) και ε) το ενδιαφέρον σταδιοδρομίας στην επιστήμη (Career Interest in Science).

Οι μαθητές απάντησαν στο ερωτηματολόγιο ανώνυμα, χρησιμοποιώντας έναν εξαψήφιο κωδικό ο οποίος ήταν μοναδικός για κάθε συμμετέχοντα. Οι απαντήσεις λήφθηκαν με τη βοήθεια μιας διαβαθμισμένης κλίμακα τύπου Likert πέντε (5) θέσεων (Καθόλου αληθινό, Λίγο αληθινό, Μέτρια αληθινό, Αρκετά αληθινό, Πολύ αληθινό) με τη φορά της κλίμακας σε κάποιες ερωτήσεις να είναι θετική και σε κάποιες άλλες αρνητική.

3. Αποτελέσματα

Οι δείκτες αξιοπιστίας των απαντήσεων των μαθητών (N=22) που συμμετείχαν στην παρέμβαση (κατά την αρχική μέτρηση), βρέθηκαν να είναι ίσες με τις τιμές αξιοπιστίας των απαντήσεων του γενικού δείγματος (N=662) (Γκάγκας & Χατζηκρανιώτης, 2024) και στις πέντε κλίμακες του ερωτηματολογίου TOSRA. Από τον παραμετρικό έλεγχο ανεξάρτητων δειγμάτων (Independent Samples t-test) δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων τιμών των δυο δειγμάτων σε όλες τις κλίμακες σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $p<.05$. Τα παραπάνω ευρήματα αποτελούν ισχυρές ενδείξεις και μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το δείγμα (N=22) στο οποίο εφαρμόστηκαν οι παρεμβάσεις είχε παρόμοια χαρακτηριστικά με το γενικό δείγμα του ερωτηματολογίου TOSRA (N=662).

Έπειτα από την εφαρμογή των διερευνητικών παρεμβάσεων στους μαθητές του δείγματος (N=22), παρατηρήθηκε βαθμιαία βελτίωση των στάσεων των μαθητών σε τρείς από τις πέντε κλίμακες του ερωτηματολογίου, η οποία είναι στατιστικά σημαντική σύμφωνα με τον παραμετρικό έλεγχο paired samples t-test. Τα παραπάνω ευρήματα αποτυπώνουν συνολικά τη θετική επίδραση που είχαν οι παρεμβάσεις στην ενίσχυση των στάσεων των μαθητών απέναντι στην Επιστημονική Έρευνα, στην υιοθέτηση Επιστημονικών Στάσεων και στην απόλαυση των Μαθημάτων Επιστήμης, ενώ δεν φαίνεται να ενισχύθηκαν οι στάσεις των μαθητών στο ενδιαφέρον Αναψυχής στην Επιστήμη και στο ενδιαφέρον Σταδιοδρομίας στην Επιστήμη.

Επίσης από την ανάλυση ανεξάρτητων δειγμάτων (t-test) δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδραση του φύλου των συμμετεχόντων στις στάσεις των μαθητών. Ωστόσο παρατηρήθηκε ότι οι μέσες τιμές των κοριτσιών ήταν συνεχώς υψηλότερες από αυτές των αγοριών σε όλες τις κλίμακες του ερωτηματολογίου για όλες τις χρονικές στιγμές της έρευνας. Τέλος, εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε κάποιες από τις πέντε κλίμακες αναφορικά με την επίδραση της τάξης των μαθητών (Α, Β Λυκείου) στις στάσεις τους, σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $p<.05$.

4. Συμπεράσματα

Στην παρούσα μελέτη περιεγράφηκαν οι διαδικασίες έρευνας σχετικά με την μεταβολή των στάσεων ενός δείγματος (N=22) μαθητών και μαθητριών της α και β λυκείου οι οποίοι φοιτούσαν σε φροντιστήριο μέσης εκπαίδευσης του νομού Λάρισας, απέναντι στις πειραματικές διεργασίες Φυσικής στα πλαίσια ενός Science Club. Τα πλήρη αποτελέσματα στα ερευνητικά ερωτήματα καθώς και η ανάλυση τους θα παρουσιαστούν στο συνέδριο.

5. Βιβλιογραφία

Γκάγκας Β, Χατζηκρανιώτης Ε. (2023), Διερεύνηση των στάσεων των μαθητών/τριών Λυκείου ως προς τις πειραματικές δραστηριότητες Φυσικής. *Πρακτικά 13 Συνεδρίου ΕΝΕΦΕΤ, Ιωάννινα 2023*, (υπό έκδοση).

Aydeniz, M., & Kotowski, M. R. (2014). Conceptual and methodological issues in the measurement of attitudes towards science. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education, 18*(3).

Banchi, H., & Bell, R.L. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children, 46*(2), 26-29.

Du, W. Y., Furman, B. J., & Mourtos, N. J. (2005). On the ability to design engineering experiments. In *Proc. 8th UICEE Annual Conf. on Engng. Educ* (pp. 331-336).

Fraser, B. J. (1978). Development of a test of science-related attitudes. Science Education, 62(4), 509-515. https://doi.org/10.1002/sce.3730620411

Fraser, B. J. (1981). *Test of Science-Related Attitude (TOSRA)*. Melbourne: Australian Council for Educational Research.

Gardner, P. L. (1975) Attitudes to Science: A Review. *Studies in Science Education, 2*(1), 1-41.

George, R. (2006). A cross-domain analysis of change in students' attitudes toward science and attitudes about the utility of science. *International journal of science education, 28*(6), 571-589. https://doi.org/10.1080/09500690500338755

Hackling, M. W. (2005). Working scientifically: Implementing and assessing open investigation work in science. *Western Australia Department of Education and Training*.

Klopfer, L. E. (1971). Evaluation of learning in science. In *Handbook on summative and formative evaluation of student learning* (S. Bloom, J.T. Hastings, & G.F. Madaus, eds.), 559-642, New York, NY: McGraw-Hill.

National Research Council, NRC. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/13165

Osborne, J. Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International journal of science education, 25* (9), 1049-1079. https://doi.org/10.1080/0950069032000032199

Papanastasiou, C., & Papanastasiou, E. C. (2004). Major influences on attitudes toward science. *Educational research and Evaluation, 10*(3), 239-257. https://doi.org/10.1076/edre.10.3.239.30267

Η εννοιολογική αλλαγή στις Φυσικές Επιστήμες και ο ρόλος δύο γνωσιακών μεταβλητών με γραμμικές και μη γραμμικές αναλύσεις

Ελένη Κανελλιά, Δημήτριος Σαμοβλάσης
Τμήμα Φιλοσοφίας και Παιδαγωγικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η παρούσα εργασία διερευνά την εννοιολογική αλλαγή ως συνάρτηση δύο γνωσιακών μεταβλητών της Νέο-Πιαζέτειας Θεωρίας, τη λογική σκέψη και την ανεξαρτησία/εξάρτηση από το πεδίο. Συγκεκριμένα, εξετάζεται η εννοιολογική κατανόηση μαθητών Δημοτικού και Γυμνασίου για την έννοια της Δύναμης. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν με τρία ερωτηματολόγια, δύο για τις γνωσιακές μεταβλητές και ένα για την έννοια της Δύναμης και στην ανάλυση τους εφαρμόστηκαν γραμμικές και μη γραμμικές μέθοδοι. Συγκεκριμένα, η Ανάλυση Λανθανουσών Τάξεων (LCA) ανέδειξε την ύπαρξη επιπέδων ή ενδιαμέσων σταδίων και το μοντέλο cusp της Θεωρίας Καταστροφών στήριξε την υπόθεση ότι η εννοιολογική αλλαγή είναι μια μη γραμμική διαδικασία. Τα αποτελέσματα της έρευνας έχουν θεωρητικό και πρακτικό ενδιαφέρον, συνεισφέροντας στην επιστημολογική και μεθοδολογική διερεύνηση της εννοιολογικής αλλαγής.

Abstract

This paper explores conceptual change as a function of two cognitive variables of Neo-Piagetian Theory, logical thinking and independence/dependence from the field. Specifically, it examines elementary and middle school students' conceptual understanding of the concept of Force. Data were collected with three questionnaires, two for the cognitive variables and one for the concept of Force, and linear and nonlinear methods were applied in the analysis. Specifically, LCA highlighted the existence of levels or intermediate stages and the cusp model of Catastrophe Theory supported the hypothesis that conceptual change is a non-linear process. The results of the research are of theoretical and practical interest, contributing to the epistemological and methodological investigation of conceptual change.

Λέξεις κλειδιά: Ανάλυση Λανθανουσών Τάξεων, γνωσιακές μεταβλητές, δύναμη, εννοιολογική αλλαγή, μη γραμμικό μοντέλο cusp
Key words: Latent Class Analysis, cognitive variables, force, conceptual change, nonlinear model

1. Εισαγωγή

Ο όρος εννοιολογική αλλαγή αναφέρεται στη διαδικασία μέσω της οποίας αναδομούνται οι αρχικές αντιλήψεις των παιδιών για διάφορες έννοιες προκειμένου να είναι σύμφωνες με την επιστημονική άποψη. Ωστόσο, δεν είναι ξεκάθαρο εάν οι προϋπάρχουσες γνώσεις τους είναι οργανωμένες σε ένα συνεκτικό εννοιολογικό σύστημα ή εάν αποτελούν το σύνολο επιμέρους αντιλήψεων που έχουν αποκτηθεί με αποσπασματικό τρόπο. Το ζήτημα αυτό έχει αποτελέσει το διαχρονικό αντικείμενο μελέτης ενός διακριτού ερευνητικού πεδίου που εξετάζει την προέλευση και τη δομή των νοητικών αναπαραστάσεων των παιδιών, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο αποκτάται η επιστημονική κατανόηση (Panagiotaki, Nobes, & Banerjee, 2006· Taber, 2008).

Στη πλειονότητα των σχετικών ερευνών, η ερμηνεία του φαινομένου της μάθησης επιχειρείται εξετάζοντας μόνο το μαθησιακό αποτέλεσμα, χωρίς να ενσωματώνονται στα θεωρητικά μοντέλα ανεξάρτητες μεταβλητές/ατομικές διάφορές που σε άλλα πεδία έχει δειχθεί ότι διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη μάθηση (Stamovlasis & Tsaparlis, 2012· Papageorgiou, Markos & Zarkadis, 2016· Stamovlasis et al., 2023). Η προσπάθεια συσχέτισης προβλεπτικών μεταβλητών με την εννοιολογική αλλαγή έχει διευκολύνει την ερμηνεία των αντιφατικών εμπειρικών δεδομένων, και την ανάπτυξη θεωρίας. Παράλληλα, μια τέτοια μετατόπιση θα ενίσχυε την ανάπτυξη και την επίλυση των επιστημολογικών ζητημάτων που έχουν ανακύψει, παρέχοντας τη δυνατότητα εφαρμογής προχωρημένων στατιστικών μεθόδων για τον έλεγχο των σχετικών υποθέσεων στο πλαίσιο της προοπτικής των πολύπλοκων δυναμικών συστημάτων (Stamovlasis, 2016).

Η Νεο-Πιαζέτεια Θεωρία στο πεδίο της εννοιολογικής αλλαγής

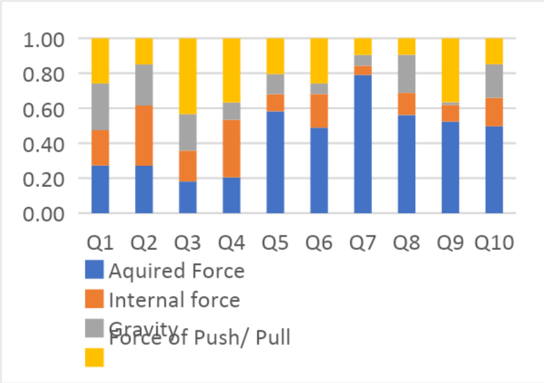
Στην παρούσα έρευνα προτείνεται η υιοθέτηση της Νεο-Πιαζέτειας Θεωρίας και η αξιοποίηση δύο μεταβλητών: Λογική Σκέψη (LTH) και Εξάρτηση/ Ανεξαρτησία από το Πεδίο (FDI). Αναλυτικότερα, η LTH αναφέρεται στην ικανότητα των τυπικών ή αφηρημένων συλλογισμών (Lawson, 1985). Η FDI σχετίζεται με την ικανότητα ενός ατόμου να εντοπίζει μια σχετική πληροφορία μέσα σε ένα πολύπλοκο πλαίσιο (Witkin & Goodenough, 1981).

2. Μεθοδολογία

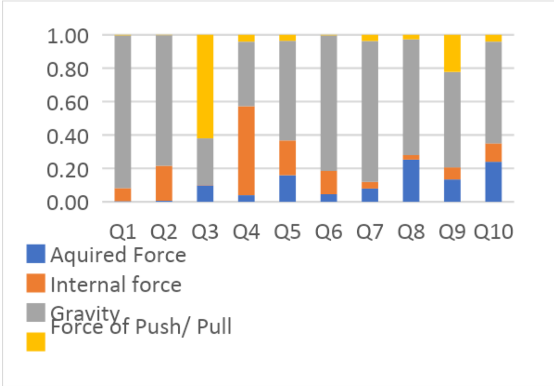
Σ' ένα δείγμα ευκολίας, 103 μαθητών του Δημοτικού (N1=54) και του Γυμνασίου (N2=49) πραγματοποιήθηκε η συλλογή δεδομένων με τρία ερωτηματολόγια για κάθε εξεταζόμενη μεταβλητή. Για τη Λογική Σκέψη συμπληρώθηκε το γραπτό τεστ του Lawson (1978) για την Εξάρτηση/ Ανεξαρτησία από το πεδίο το τεστ των Witkin, Oltman, Raskin & Karp (1971) και για την έννοια της Δύναμης το κλειστού τύπου ερωτηματολόγιο Force – RQ (Vaiopoulou & Papageorgiou, 2018), το οποίο αναφέρεται στην ύπαρξη δυνάμεων σε διάφορες καταστάσεις. Πραγματοποιήθηκαν δύο αναλύσεις στα εμπειρικά δεδομένα. Η *Ανάλυση Λανθανουσών Τάξεων* (Latent Class Analysis, LCA), η οποία είναι μία προχωρημένη πολυμεταβλητή μέθοδος που χρησιμοποιεί Bayesian στατιστική και το μοντέλο cusp, της Θεωρίας Καταστροφών (Catastrophe Theory, Thom, 1956), που περιγράφει μη γραμμικές αλλαγές, παρέχοντας υποδείγματα που έχουν περιγραφική και ερμηνευτική ισχύ.

3. Αποτελέσματα

Η πρώτη στατιστική ανάλυση, η γραμμική παλινδρόμηση έδειξε ότι οι δύο ανεξάρτητες μεταβλητές εξηγούν το 14.2% της διακύμανσης της εξαρτημένης, ποσοστό που είναι αρκετά χαμηλό. Ακολούθως, η εφαρμογή της LCA έδειξε την ύπαρξη δύο διακριτών λανθανουσών ομάδων. Η επιλογή της λύσης των δύο ομάδων βασίστηκε στην μικρότερη τιμή του δείκτη BIC. Το Cluster1 (Διάγραμμα 1) αντιστοιχεί στο 72,41% του δείγματος και περιλαμβάνει μαθητές με ασυνεπείς απαντήσεις. Αναλογεί σε ένα επίπεδο ή στάδιο όπου εμφανίζεται η κατακερματισμένη γνώση. Το Cluster2 (Διάγραμμα 2) αντιπροσωπεύει το 27.59% του δείγματος όπου διακρίνεται μια ομοιογένεια και οι απαντήσεις είναι συνεπείς με το μοντέλο της βαρύτητας.



Διάγραμμα 1: Αποτελέσματα LCA- Cluster 1



Διάγραμμα 2: Αποτελέσματα LCA- Cluster 2

Στο μοντέλο cusp, (Πίνακας 1) εξετάστηκε η εξαρτημένη μεταβλητή επίδοση (ACH) ορίζοντας ως παράγοντα ασυμμετρίας την ανεξάρτητη μεταβλητή λογική σκέψη (LTH, α= 0.25624, p< 0.01) και ως παράγοντας διακλάδωσης το άθροισμα των δυο ψυχομετρικών μεταβλητών ([FDI + LTH], β= 0.24618, p< 0.05). Οι δείκτες καλής προσαρμογής AIC, AICc και BIC και το τεστ χ^2 (χ^2=53.32, *df=1*, *p*<0.001) ανέδειξαν το μη γραμμικό μοντέλο ως καταλληλότερο σε σύγκριση με το γραμμικό.

Πίνακας 1: Το μοντέλο cusp με τη μέθοδο της μεγίστης πιθανοφάνειας: Συντελεστές, τυπικά σφάλματα, τιμές των Z-tests και δείκτες καλής προσαρμογής για το μη γραμμικό και το εναλλακτικό γραμμικό μοντέλο. Εξαρτημένη μεταβλητή: Επίδοση (ACH)

Μοντέλο		**Συντελεστής**	**Τυπικό σφάλμα**	**Z-value**
Cusp				
α[LTH]	Λογική Σκέψη	0.25624	0.08467	3.026**
β[FDI + LTH]	Ε/Α από το πεδίο + Λογική Σκέψη	0.24618	0.11271	2.184*
W(ACH)	Επίδοση	1.29023	0.06431	20.064***

Στατιστικά στοιχεία προσαρμογής των μοντέλων (έλεγχος χ2 καλύτερης προσαρμογής του μοντέλου cusp: *χ2*=53.32, *df=1*, *p*<0.001)

Μοντέλα	***AIC***	***AICc***	***BIC***
Γραμμ. Μοντέλο	281.5183	281.9265	292.0572
Μοντέλο Cusp	234.2011	235.3800	252.6442

*Σημείωση: *** p<. 001, ** p< .01, * p< .05*

4. Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα είχε ως στόχο να εξετάσει τη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής ως συνάρτηση δυο γνωσιακών μεταβλητών της Νέο-Πιαζέτειας Θεωρίας, εφαρμόζοντας γραμμικές και μη γραμμικές μεθόδους στην ανάλυση των εμπειρικών δεδομένων. Το απλό γραμμικό μοντέλο εξηγούσε μικρό μόνο μέρος της διακύμανσης, ενώ τα αποτελέσματα της Ανάλυσης Λανθανουσών Τάξεων (LCA) ανέδειξαν δύο ομάδες (clusters), που σημαίνει ότι στην υπό διερεύνηση λανθάνουσα μεταβλητή υπάρχουν δύο διακριτά επίπεδα επιδόσεων που ερμηνεύουν την εννοιολογική αλλαγή, ως μετάπτωση από ένα επίπεδο στο άλλο, δηλαδή μια ασυνεχή αλλαγή, η οποία στηρίζεται από την εφαρμογή της Θεωρίας Καταστροφών. Το μοντέλο cusp περιγράφει αυτή τη μη-γραμμική αλλαγή ως συνάρτηση των δύο γνωστικών μεταβλητών, της Λογικής Σκέψης και η Εξάρτησης/ Ανεξαρτησίας από το Πεδίο, ο ρόλος των οποίων είναι αναδεδειγμένος στη βιβλιογραφία της διδακτικής των φυσικών επιστημών (Vaiopoulou et al., 2023).

Οι θεωρητικές πτυχές των ευρημάτων επαναφέρουν στη συζήτηση ζητήματα που αφορούν τη φύση της γνώσης των παιδιών και συγκεκριμένα τη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής. Οι επικρατούσες θεωρίες (συνεκτική και κατακερματισμένη) επιχειρούν να ερμηνεύσουν τη διαδικασία αυτή μέσω της καταγραφής των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών, από όπου έχουν προταθεί νοητικά μοντέλα, για την ερμηνεία των γνωστικών εμποδίων και των μαθησιακών δυσκολιών. Η παρούσα εργασία συνεισφέρει σε αυτό τον διάλογο προτείνοντας ανεξάρτητες μεταβλητές για την εξήγηση της εννοιολογικής αλλαγής. Αφετέρου, επισημαίνει και αναδεικνύει την αξιοποίηση προχωρημένων ψυχομετρικών μεθόδων, όπως η LCA, παράλληλα, με την εφαρμογή της θεωρίας καταστροφών, που αποτελεί μέρος της μετα-θεωρίας των πολύπλοκων δυναμικών συστημάτων, φέρνει στη συζήτηση και επιστημολογικά ζητήματα την μεθοδολογική προσέγγιση της εννοιολογικής αλλαγής, ως διαδικασία (Process Philosophy, Seibt, 2022).

5. Βιβλιογραφία

Lawson, A. E. (1978). The development and validation of a classroom test of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*. 15, 11–24. https://doi.org/10.1002/tea.3660150103

Lawson, A. E. (1985). A review of research on formal reasoning and science teaching. *Journal of Research in Science Teaching, 22*, 569–617. https://doi.org/10.1002/tea.3660220702

Panagiotaki, G., Nobes, G., & Banerjee, R. (2006). Children's representations of the earth: A methodological comparison. *British Journal of Developmental Psychology*, *24*(2), 353-372. https://doi.org/10.1348/026151005X39116

Papageorgiou, G., Markos, A., & Zarkadis, N. (2016). Students' representations of the atomic structure-the effect of some individual differences in particular task contexts. *Chemistry Education Research and Practice, 17*, 209–219. https://doi.org/10.1039/C5RP00201J

Seibt, J. (2022). Process Philosophy. In E. N. Zalta & U. Nodelman (Eds.), The Stanford encyclopedia of philosophy (Winter 202). Metaphysics Research Lab, Stanford University. https://plato.stanford.edu/Archives/win2022/entries/processphilosophy/

Stamovlasis, D., Vaiopoulou, J., Tsikalas, T., & Papageorgiou, G. (2023). A Punctuated Equilibrium Model for Conceptual Change and the Role of Neo-Piagetian Constructs: Methodology, Empirical Evidence, and Theoretical Perspectives. *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences 27(3),* 291-317.

Stamovlasis, D. (2016). *Catastrophe Theory: Methodology, Epistemology and Applications in Learning Science*. In M. Koopmans and D. Stamovlasis (Eds), Complex Dynamical Systems in Education: Concepts, Methods and Applications (pp. 141-175). Switzerland: Springer Academic Publishing. doi:10.1007/978-3-319-27577-2_9

Stamovlasis, D., & Tsaparlis, G. (2012). Applying catastrophe theory to an information processing model of problem solving in science education. *Science Education, 96*, 392–410. https://doi.org/10.1002/sce.21002

Taber, K. S. (2008). Conceptual resources for learning science: Issues of transience and grain-size in cognition and cognitive structure. *International Journal of Science Education*, *30*(8), 1027-1053. https://doi.org/10.1080/09500690701485082

Thom, R. (1956). *Les singularités des applications différentiables*. Annales Institute Fourier, 6, 43–87.
Thom, R. (1972). Stabilité structurelle et morphogénèse : essai d'une théorie générale des modèles. New York: Benjamin. doi: 10.5802/aif.60

Vaiopoulou, J., & Papageorgiou, G. (2018). Primary students' conceptions of the Earth: Re-examining a fundamental research hypothesis on mental models. *Preschool and Primary Education*, *6*(1), 23–34. https://doi.org/10.12681/ppej.14210

Vaiopoulou, J., Tsikalas, T., Stamovlasis, D., & Papageorgiou, G. (2023). Conceptual Understanding in Science Learning and the Role of Four Psychometric Variables: A Person-centered Approach. *Frontiers in Psychology*. -Cognition, https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1204868

Witkin, H. A., & Goodenough, D. R. (1981). Cognitive styles: Essence and origins. Field dependence and field independence. New York: International University Press

Μπαμπούλας Α.Ι.: Οι φόβοι της εκπαιδευτικής κοινότητας για την ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση

Θεόδωρος Καραφυλλίδης, Μάριος Παπαευριπίδου, Ζαχαρίας Ζαχαρία
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κύπρου

Περίληψη

Η ραγδαία εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης (ΤΝ) έχει πυροδοτήσει ριζικές αλλαγές στη ζωή μας με την εκπαίδευση να αποτελεί έναν από τους πλέον επηρεαζόμενους τομείς. Η παρούσα έρευνα επιχειρεί να συνεισφέρει στην προσπάθεια αποτελεσματικής ενσωμάτωσης των τεχνολογιών ΤΝ στην εκπαίδευση, καταγράφοντας τις κύριες ανησυχίες εκπαιδευτικών και μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Κύπρο, μετά από τη χρήση δύο διαλογικών εργαλείων ΤΝ για την υλοποίηση τυπικών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. Τα αποτελέσματα φανερώνουν μια πληθώρα ανησυχιών που μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο κύριες ομάδες: α) ανησυχίες που αφορούν τη φύση της ΤΝ και β) ανησυχίες που αφορούν τον τρόπο αξιοποίησής της από την εκπαιδευτική κοινότητα.

Abstract

The rapid evolution of Artificial Intelligence (AI) has triggered radical changes in our lives, with education being one of the most affected fields. The present study aims to contribute to the effective integration of AI technologies into education by documenting the main concerns of teachers and students from secondary education in Cyprus after using two conversational AI tools for implementing typical educational activities. The results reveal a plethora of concerns, broadly classified into two main categories: a) concerns related to the nature of AI, and b) concerns revolving around its implementation within the educational community.

Λέξεις κλειδιά: Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, Διαλογικοί βοηθοί, Τεχνητή Νοημοσύνη
Key words: Secondary education, Conversational assistants, Artificial Intelligence

1. Εισαγωγή

Εδώ και δεκαετίες, οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) έχουν γίνει ουσιαστικό μέρος της εκπαίδευσης και ειδικότερα της Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες (Linn, 2003). Με τη ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, νέες μορφές, όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη (ΤΝ), άρχισαν να κάνουν την εμφάνισή τους, με την υπόσχεση να αλλάξουν ριζικά το τοπίο της εκπαίδευσης (Adiguzel et al., 2023). Ως αποτέλεσμα, η αξιοποίηση της ΤΝ έχει προσελκύσει σημαντικό ακαδημαϊκό ενδιαφέρον, με στόχο τη μελέτη πιθανών εκπαιδευτικών εφαρμογών και την ανάδειξη της επίδρασης αυτών στη διδασκαλία και μάθηση (İpek et al., 2023; Zhai et al., 2021). Παράλληλα, ιδιαίτερα έντονη είναι και η συζήτηση σχετικά με την αναγκαιότητα της ενσωμάτωσής της στην εκπαίδευση, με πλήθος εκπαιδευτικών να εκφράζουν ανησυχίες σχετικά με την ηθική, υπεύθυνη και επωφελή αξιοποίησή της (Lee et al., 2024).

Ωστόσο, τόσο τα πλεονεκτήματα όσο και οι προκλήσεις της ενσωμάτωσης της ΤΝ στην εκπαίδευση παραμένουν ακόμα άγνωστα, κυρίως λόγω της καινοτομίας της, ενώ παράλληλα παρατηρείται ένα σημαντικό κενό στην κατανόηση του πώς η εκπαιδευτική κοινότητα αντιλαμβάνεται και χρησιμοποιεί εργαλεία ΤΝ κατά την ενασχόλησή της με εκπαιδευτικές δραστηριότητες (Casal-Otero et al., 2023). Δεδομένου ότι οι εκπαιδευτικές πρακτικές πρέπει να συμβαδίζουν με την επικαιρότητα και τις τεχνολογικές εξελίξεις, η υπεύθυνη, έγκαιρη και αποτελεσματική αξιοποίηση της ΤΝ κρίνεται αναγκαία (Alasadi & Baiz, 2023).

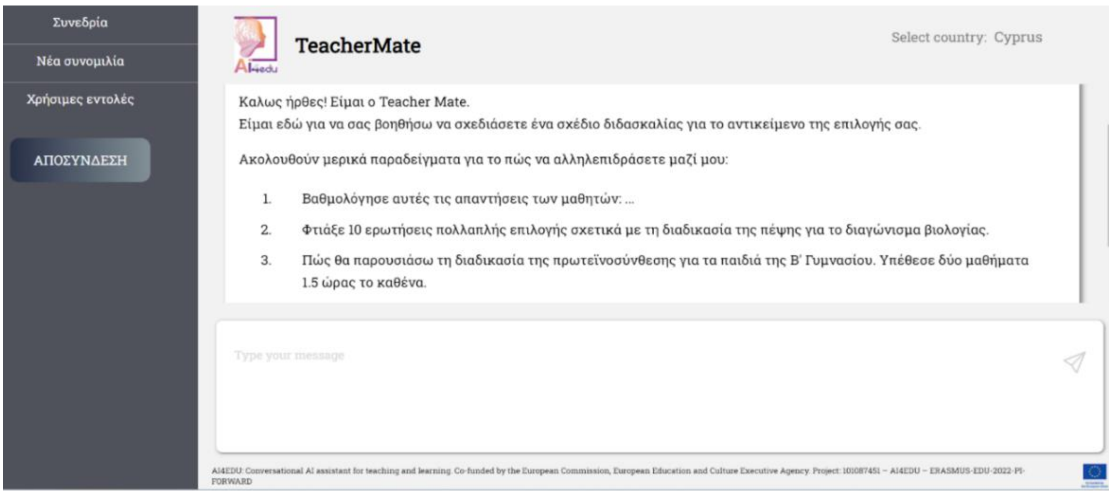
Αντίστοιχα, η παρούσα έρευνα αποσκοπεί στη συνεισφορά στην προσπάθεια αποτελεσματικής ενσωμάτωσης της ΤΝ στην εκπαίδευση, μέσω καταγραφής των ανησυχιών της εκπαιδευτικής κοινότητας σχετικά με τη χρήση της ΤΝ, με απώτερο σκοπό την αντιμετώπιση αυτών. Πιο συγκεκριμένα, επιδιώκεται η καταγραφή και κατηγοριοποίηση των βασικών ανησυχιών μαθητών και εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Κύπρο, μετά από τη χρήση δύο διαλογικών εργαλείων ΤΝ για την υλοποίηση τυπικών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων.

2. Μεθοδολογία

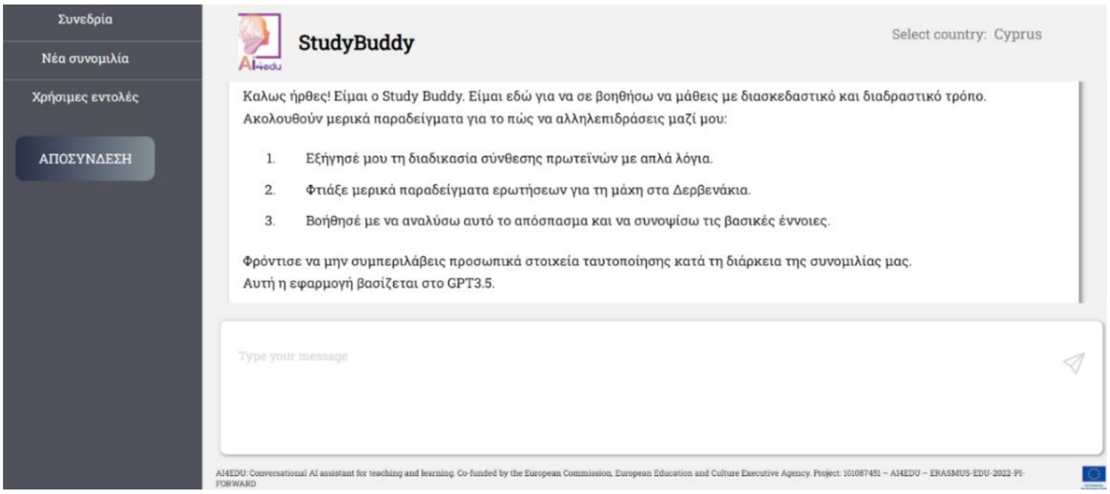
Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος “AI4EDU - Conversational AI Assistant for Teaching and Learning”, το οποίο συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και εθνικούς πόρους. Βασικά προϊόντα του προγράμματος αποτελούν δύο διαλογικά εργαλεία ΤΝ («StudyBuddy» για μαθητές και «TeacherMate» για εκπαιδευτικούς) σχεδιασμένα να παρέχουν ένα περιεκτικό σύστημα υποστήριξης και ενίσχυσης της μαθησιακής και διδακτικής διαδικασίας μέσα από την προσφορά εξατομικευμένης υποστήριξης στον χρήστη. Η διεπαφή των δύο εργαλείων ακολουθεί την τυπική μορφή ενός διαλογικού περιβάλλοντος (βλέπε Εικόνα 1 & 2) που ενσωματώνει δυνατότητες ΤΝ.

Με στόχο την εξοικείωση μαθητών και εκπαιδευτικών με τα σχετικά εργαλεία υλοποιήθηκαν διαδραστικά εργαστήρια στις 4 χώρες που εμπλέκονται στο πρόγραμμα. Δείγμα της παρούσας έρευνας αποτελούν 16 μαθητές της Β’ Γυμνασίου και 11 εκπαιδευτικοί Ιστορίας και Βιολογίας από την Κύπρο. Η διάρκεια του κάθε εργαστηρίου ήταν δύο ώρες κατά τις οποίες οι συμμετέχοντες αρχικά ενημερώθηκαν για τις δυνατότητες, τους περιορισμούς και τα ηθικά ζητήματα που σχετίζονται με τα εργαλεία ΤΝ και στη συνέχεια τα χρησιμοποίησαν για να υλοποιήσουν τυπικές σχολικές δραστηριότητες, όπως η κατανόηση ενός όρου για τους μαθητές και ο σχεδιασμός ενός πλάνου μαθήματος, ή ενός έργου αξιολόγησης για τους εκπαιδευτικούς. Με την ολοκλήρωση των εργαστηρίων οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να συμπληρώσουν ατομικά και ανώνυμα ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο, που σχεδιάστηκε από τους ερευνητές για τις ανάγκες των εργαστηρίων, σχετικά με τις εντυπώσεις τους από την αλληλεπίδρασή τους με τα εργαλεία. Μεταξύ άλλων, τους ζητήθηκε να αποτυπώσουν μέσω ερωτήσεων ανοιχτού τύπου τις κύριες ανησυχίες τους σχετικά με την ενσωμάτωση παρόμοιων εργαλείων στην εκπαιδευτική καθημερινότητα.

Οι απαντήσεις που συλλέχθηκαν αναλύθηκαν προκειμένου να εντοπιστούν κοινά θέματα μεταξύ των ανησυχιών των συμμετεχόντων σχετικά με τη χρήση της ΤΝ στην εκπαίδευση και κατηγοριοποιήθηκαν ανάλογα με τη φύση τους.



Εικόνα 1. Διεπαφή εργαλείου TeacherMate



Εικόνα 2. Διεπαφή εργαλείου StudyBuddy

3. Αποτελέσματα

Σύμφωνα με τις απαντήσεις τους, αρκετοί μαθητές (5/16) εξέφρασαν ανησυχίες σχετικά με τις πιθανά ανεξέλεγκτες δυνατότητες των τεχνολογιών ΤΝ, φοβούμενοι ότι αυτά τα συστήματα θα ξεπεράσουν την ανθρώπινη νοημοσύνη και θα βλάψουν την ανθρωπότητα. Επίσης, 4 από τους 16 μαθητές αναφέρουν ανησυχίες σχετικά με την εγκυρότητα των πληροφοριών που παρέχονται από τα εργαλεία ΤΝ. Παράλληλα, φαίνεται να υπάρχει ανησυχία μεταξύ των μαθητών σχετικά με το απόρρητό και τον τρόπο διαχείρισης των δεδομένων τους κατά τη χρήση τεχνολογιών ΤΝ. Τέλος, ορισμένοι μαθητές (2/16) φαίνεται να εκτιμούν ότι η χρήση των εργαλείων ΤΝ μπορεί να επιφέρει και αρνητικά μαθησιακά αποτελέσματα, καθώς κάποιοι μαθητές ενδέχεται να εξαρτώνται υπερβολικά από αυτά για την ολοκλήρωση των εργασιών τους.

Αντίστοιχα, οι εκπαιδευτικοί εξέφρασαν μια πληθώρα ανησυχιών, μη εστιάζοντας στον τρόπο αξιοποίησης της ΤΝ από τους ίδιους, αλλά κυρίως σε πιθανά αθέμιτη χρήση της από τους μαθητές. Η συχνότερα αποτυπωμένη ανησυχία των εκπαιδευτικών (4/11) αφορούσε την ποιότητα της μάθησης, καθώς εκτιμούν πως η ενσωμάτωση της ΤΝ θα οδηγήσει σε περιορισμό της δημιουργικότητας και της κριτικής σκέψης των μαθητών. Παράλληλα, 3 εκπαιδευτικοί δήλωσαν ανησυχία σχετικά με την αντι-/υπο- κατάσταση των εκπαιδευτικών από τα εργαλεία ΤΝ και τις πιθανές επιπτώσεις που μπορεί να επιφέρει στην αλληλεπίδραση εκπαιδευτικού-μαθητή. Τέλος, ένας/μια εκπαιδευτικός αναφέρθηκε σε θέματα «αντιγραφής», εγείροντας ζητήματα αυθεντικότητας της δουλειάς των μαθητών και τη δυσκολία ανίχνευσής της.

4. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία, με στόχο τη συνεισφορά στην αποτελεσματική ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση, επιχειρήθηκε η καταγραφή των βασικών ανησυχιών της εκπαιδευτικής κοινότητας σχετικά με τη χρήση τεχνολογιών ΤΝ στην εκπαιδευτική καθημερινότητα. Σύμφωνα με τις απόψεις εκπαιδευτικών και μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Κύπρο, προκύπτουν μια ποικιλία ανησυχιών, οι οποίες μπορούν να διαχωριστούν σε δύο κύριες κατηγορίες. Η πρώτη αφορά ανησυχίες που σχετίζονται με τη φύση και τον τρόπο λειτουργίας των τεχνολογιών ΤΝ, όπως η διάχυση ψευδών πληροφοριών (Rudolph et al., 2023) και η πιθανά ανεξέλεγκτη εξέλιξή τους (Natale & Ballatore, 2020). Η δεύτερη αφορά τον τρόπο αξιοποίησης της ΤΝ από την εκπαιδευτική κοινότητα και περιλαμβάνει ανησυχίες όπως η αντιγραφή και η μείωση της δημιουργικότητας (İpek et al., 2023). Δεδομένου ότι η έγκαιρη και αποτελεσματική ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση κρίνεται απαραίτητη, είναι αναγκαία η αντιμετώπιση των σχετικών ανησυχιών της εκπαιδευτικής κοινότητας. Για την καταπολέμηση ανησυχιών της πρώτης κατηγορίας προτείνονται δράσεις ενημέρωσης και εξοικείωσης της εκπαιδευτικής κοινότητας με την ΤΝ (Alasadi & Baiz, 2023), ενώ για ανησυχίες της δεύτερης κατηγορίας προτείνεται η ανάπτυξη μοντέλων εκπαιδευτικής αξιοποίησής και κατευθυντήριων γραμμών για την ηθική, υπεύθυνη και αποτελεσματική αξιοποίησή της (Heeg & Avraamidou, 2023).

5. Βιβλιογραφία

Adiguzel, T., Kaya, M. H., & Cansu, F. K. (2023). Revolutionizing education with AI: Exploring the transformative potential of ChatGPT. *Contemporary Educational Technology, 15*(3), ep429. https://doi.org/10.30935/cedtech/13152

Alasadi, E. A., & Baiz, C. R. (2023). Generative AI in Education and Research: Opportunities, Concerns, and Solutions. *Journal of Chemical Education, 100*(8), 2965–2971. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00323

Casal-Otero, L., Catala, A., Fernández-Morante, C., Taboada, M., Cebreiro, B., & Barro, S. (2023). AI literacy in K-12: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education, 10*(1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7

Heeg, D. M., & Avraamidou, L. (2023). The use of Artificial intelligence in school science: a systematic literature review. *Educational Media International, 60*(2), 125–150. Routledge. https://doi.org/10.1080/09523987.2023.2264990

İpek, Z. H., Gözüm, A. İ. C., Papadakis, S., & Kallogiannakis, M. (2023). Educational Applications of the ChatGPT AI System: A Systematic Review Research. *Educational Process: International Journal, 12*(3), 26–55. https://doi.org/10.22521/edupij.2023.123.2

Lee, S., Shin, M., & Park, I. (2024). An Analysis of Elementary School Teachers' Concerns in AI Education. *Korean Association for Educational Information and Media, 30*(1), 181–204. https://doi.org/10.15833/kafeiam.30.1.181

Linn, M. C. (2003). Technology and science education: Starting points, research programs, and trends. *International Journal of Science Education, 25*(6), 727–758. https://doi.org/10.1080/09500690305017

Natale, S., & Ballatore, A. (2020). Imagining the thinking machine: Technological myths and the rise of artificial intelligence. *Convergence, 26*(1), 3–18. https://doi.org/10.1177/1354856517715164

Rudolph, J., Tan, S., & Tan, S. (2023). ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education? *Journal of Applied Learning and Teaching, 6*(1), 342–363. https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9

Zhai, X., Chu, X., Chai, C. S., Jong, M. S. Y., Istenic, A., Spector, M., Liu, J. B., Yuan, J., & Li, Y. (2021). A Review of Artificial Intelligence (AI) in Education from 2010 to 2020. *Complexity, 2021*. Hindawi Limited. https://doi.org/10.1155/2021/8812542

Στάθμιση δυο ερωτηματολογίων για τον προσδιορισμό της στάσης και της ετοιμότητας εφαρμογής προγραμμάτων STEM των εκπαιδευτικών

Θεανώ Παπαγιαννοπούλου, Γιούλη Βαϊοπούλου; Δημήτριος Σταμοβλάσης
Τμήμα Φιλοσοφίας και Παιδαγωγικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η ετοιμότητα των εκπαιδευτικών να εφαρμόσουν προγράμματα STEM αποτελεί σημαντικό ζήτημα τα τελευταία χρόνια. Η στάση και η αποτελεσματικότητά τους μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές στις επαγγελματικές πεποιθήσεις και στις διδακτικές πρακτικές τους. Σε αυτή την προκαταρτική έρευνα, αναπτύχθηκαν οι Κλίμακες Ετοιμότητας και Στάσεων των εκπαιδευτικών απέναντι στην Εκπαίδευση STEM και σταθμίστηκαν σε ένα δείγμα 494 εκπαιδευτικών στην Ελλάδα. Οι κλίμακες κατασκευάστηκαν ύστερα από ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας και πραγματοποιήθηκε παραγοντική ανάλυση, ώστε να ανιχνευθεί η παρουσία οποιασδήποτε υποκείμενης δομής και να εξασφαλιστεί η εγκυρότητα και η αξιοπιστία τους. Οι ψυχομετρικές ιδιότητες των εργαλείων είναι ικανοποιητικές και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην Ελληνική κοινότητα.

Abstract

Educators' readiness to implement STEM programs has been an important issue in recent years. Their attitude and effectiveness can lead to changes in their professional beliefs and teaching practices. In this preliminary research, we developed the Teachers' Readiness and Attitudes Scales towards STEM Education and validated them in a sample of 494 teachers in Greece. The scales were constructed after a review of the existing literature, and subjected to factor analysis to detect the presence of any underlying structure and to ensure their validity and reliability. The psychometric properties of the tools are satisfactory and can be used in the Greek community.

Λέξεις κλειδιά: Έλληνες εκπαιδευτικοί, ετοιμότητα, στάση, παραγοντική ανάλυση, STEM
Λέξεις κλειδιά: Greek educators, readiness, attitude, factor analysis, STEM

1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, έχει δοθεί μια αυξανόμενη προσοχή στην εκπαίδευση STEM τόσο στην έρευνα όσο και στην πράξη, καθώς έχει σημαντικό αντίκτυπο σε διάφορες πτυχές της ανάπτυξης ενός παιδιού, όπως η ετοιμότητά του για το σχολείο, τα ακαδημαϊκά επιτεύγματα, οι ικανότητες επίλυσης προβλημάτων, η επιστημονική γνώση και οι μελλοντικές ευκαιρίες απασχόλησης στους τομείς STEM (Dare et al., 2021; Widya et al., 2019). Προκειμένου να ενταχθεί αποτελεσματικά το STEM στην καθημερινή διδακτική πρακτική, είναι ζωτικής σημασίας για τους εκπαιδευτικούς να διαθέτουν επαρκή προηγούμενη γνώση και κατανόηση του αντικειμένου, να προωθούν την κριτική σκέψη και την πρωτοτυπία και να ενθαρρύνουν τον ενθουσιασμό και τη συμμετοχή των μαθητών στα πεδία STEM (Gözüm et al., 2022). Η θετική στάση τους είναι επιτακτική σε οποιαδήποτε αλλαγή του προγράμματος σπουδών, καθώς διευκολύνει την παροχή ευκαιριών, βοήθειας και εμπειριών που είναι απαραίτητες για τους μαθητές ώστε να καλλιεργήσουν τις ικανότητές τους (Kalliontzi, 2022; Thibaut et al., 2018). Ως εκ τούτου, η επίτευξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων επηρεάζεται όχι μόνο από τον επιτυχημένο σχεδιασμό ενός προγράμματος σπουδών, αλλά και από την ετοιμότητα των εκπαιδευτικών που διδάσκουν και καθοδηγούν τους μαθητές (Sulaeman et al., 2022).

Οι μελέτες αναφορικά με την ετοιμότητα εφαρμογής προγραμμάτων STEM των διδασκόντων επικεντρώνονται κυρίως στην συναισθηματική, συμπεριφορική και γνωστική ετοιμότητα (Abdullah et al., 2017b; Wu et al., 2022). Η συναισθηματική ετοιμότητα αξιολογεί την επίδραση των συναισθημάτων στην εκπαιδευτική αποτελεσματικότητα, ενώ η συμπεριφορική ετοιμότητα συνδέεται με προηγούμενες συμπεριφορές ή εμπειρίες που μπορεί να έχουν συναντήσει οι διδάσκοντες στο πλαίσιο της διδασκαλίας του STEM (Scanlon et al., 2022). Η γνωστική ετοιμότητα αφορά την ικανότητα ενός ατόμου να επιλύει αποτελεσματικά ζητήματα (O'Neil et al., 2014). Η δέσμευση και η αυτοαποτελεσματικότητα αποτελούν παράγοντες που επίσης επηρεάζουν την στάση των διδασκόντων (W. Yang et al., 2023). Ως δέσμευση, ορίζεται η αφοσίωση ενός ατόμου στο επάγγελμά του και στην εκπλήρωση των καθηκόντων του, ενώ η αποτελεσματικότητα αναφέρεται στην εμπιστοσύνη ενός ατόμου στην ικανότητά του να εκτελεί με επιτυχία συγκεκριμένες εκπαιδευτικές εργασίες (Yang et al., 2021).

Στην Ελλάδα, δεν υπάρχουν επαρκή εργαλεία για την αξιολόγησης της στάσης και της ετοιμότητας εφαρμογής των προγραμμάτων STEM των διδασκόντων, γεγονός που μπορεί να συμβάλλει στην ανεπαρκή υποστήριξη των εκπαιδευτών. Στόχος αυτής της μελέτης είναι να δημιουργήσει και να επαληθεύσει κλίμακες που μετρούν την ετοιμότητα και την στάση των εκπαιδευτών στη διδασκαλία του STEM.

2. Μεθοδολογια

Πραγματοποιήθηκε μια πιλοτική μελέτη για να ελεγχθεί η αξιοπιστία και εγκυρότητα των εργαλείων της έρευνας, η οποία διεξήχθη από τον Οκτώβριο του 2021 έως τον Φεβρουάριο του 2023. Οι κλίμακες προσαρμόστηκαν από δύο εργαλεία που αναπτύχθηκαν από τους Abdullah et al., (2017) για την αξιολόγηση της ετοιμότητας των εκπαιδευτικών και τους Kah Wei & Mistima Maat, (2020) για την αξιολόγηση της Στάσης τους απέναντι στην εφαρμογή της Εκπαίδευσης STEM, αντίστοιχα. Η αρχική κλίμακα των Abdullah et al., (2017) περιλάμβανε τρεις διαστάσεις συμπεριλαμβανομένων των γνωστικών, συναισθηματικών και συμπεριφορικών πτυχών, οι οποίες απλώς επινοήθηκαν και προτάθηκαν θεωρητικά χωρίς να παρέχουν την απαιτούμενη επικύρωση μέσω παραγοντικής ανάλυσης. Η παρούσα εργασία επανεξετάζει αυτήν την αρχική παραγοντική δομή και προχωρά σε διαδικασίες επικύρωσης. Τα αναθεωρημένα ερωτηματολόγια δημιουργήθηκαν χρησιμοποιώντας μια διαδικτυακή πλατφόρμα και στη συνέχεια προωθήθηκαν στους εκπαιδευτικούς ηλεκτρονικά μέσω σχετικού e-mail που απεστάλει σε όλες τις σχολικές μονάδες της χώρας. Στην έρευνα, ανταποκρίθηκαν 494 εκπαιδευτικοί Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης ανεξαρτήτως του κλάδου τους.

3. Αποτελέσματα

Κλίμακα ετοιμότητας εφαρμογής της Εκπαίδευσης STEM

Η τιμή του δείκτη KMO=0,966 ήταν υψηλή και ο έλεγχος σφαιρικότητας του Bartlett έδωσε στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα (χ^2=14789,665, p <0,001). Όλες οι επιμέρους τιμές MSA βρέθηκαν >0,5 (εύρος: 0,919 έως 0,985) (Hair et al., 2018), συνεπώς τηρούνταν οι προϋποθέσεις για παραγοντική ανάλυση. Η διερευνητική παραγοντική ανάλυση (EFA) εφαρμόστηκε χρησιμοποιώντας την μέθοδο κύριων συνιστωσών με πλάγια περιστροφή (oblimin). Από το αρχικό ερωτηματολόγιο, αφαιρέθηκαν συνολικά εννέα δηλώσεις λόγω ασθενών (<0,40) φορτίων. Η ανάλυση κατέληξε σε ένα μοντέλο με 4 παράγοντες , οι οποίοι ερμηνεύουν το 72,5% της συνολικής διακύμανσης, και οι δηλώσεις τους σχετίζονται με τις γνωστικές προϋποθέσεις και συναισθηματικές προϋποθέσεις εφαρμογής προγραμμάτων STEM, την αυτοαποτελεσματικότητα και τη δέσμευση εφαρμογής τέτοιων προγραμμάτων. Η αξιοπιστία της κλίμακας αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας τον συντελεστή άλφα Cronbach. Οι επιμέρους παράγοντες είχαν άκρως ικανοποιητικές τιμές που κυμαίνονταν από 0,886 έως 0,976, επομένως η εσωτερική συνέπεια των τρεχουσών μετρήσεων ήταν επαρκής. Η επιβεβαιωτική ανάλυση παραγόντων (βλ. Πίνακα 1) έδειξε ότι το μοντέλο των τεσσάρων παραγόντων έχει καλή προσαρμογή στα δεδομένα.

Πίνακας 1Τιμές δεικτών επιβεβαιωτικής παραγοντικής ανάλυσης για την προσαρμογή του μοντέλου των τεσσάρων παραγόντων, στο σύνολο των δεδομένων

Δείκτες	**N=494**
χ^2	1087,089
p (στατιστική σημαντικότητα του χ^2)	< .001
TLI	0.938
CFI	0.945
GFI	0.993
NNFI	0.938
RMSEA	0.074
SRMR	0.062

Κλίμακα Στάσεων έναντι της Εκπαίδευσης STEM

Σύμφωνα με τον δείκτη KMO=0,945 και τον έλεγχο σφαιρικότητας του Bartlett (χ^2=7292,635, p <0,001). τηρούνταν οι προϋποθέσεις για παραγοντική ανάλυση. Πραγματοποιήθηκε διερευνητική παραγοντική ανάλυση με την μέθοδο κύριων συνιστωσών με την πλάγια περιστροφή Promax. Από το αρχικό ερωτηματολόγιο, αφαιρέθηκαν συνολικά πέντε δηλώσεις λόγω ασθενών (<0,40) φορτίων. Η ανάλυση κατέληξε σε ένα μοντέλο με 2 παράγοντες, οι οποίοι ερμηνεύουν το 65,6% της συνολικής διακύμανσης, όπου οι δηλώσεις του Παράγοντα 1 σχετίζονται με την Στάση απέναντι στη διδασκαλία, ενώ οι δηλώσεις του Παράγοντα 2 με την Στάση απέναντι στην Εκπαίδευση STEM. Οι τιμές του συντελεστή άλφα Cronbach των επιμέρους παραγόντων είχαν άκρως ικανοποιητικές τιμές, 0,960 και 0,902 αντίστοιχα, επομένως η εσωτερική συνέπεια των τρεχουσών μετρήσεων είναι επαρκής. Η επιβεβαιωτική ανάλυση παραγόντων (βλ. Πίνακα 2) έδειξε ότι το μοντέλο των τεσσάρων παραγόντων έχει καλή προσαρμογή στα δεδομένα.

Πίνακας 2 Τιμές δεικτών επιβεβαιωτικής παραγοντικής ανάλυσης για την προσαρμογή του μοντέλου των τεσσάρων παραγόντων, στο σύνολο των δεδομένων

Δείκτες	**N=494**
χ^2	108.063
p (στατιστική σημαντικότητα του χ^2)	< .072
TLI	0.980
CFI	0.980
GFI	0.993
NNFI	0.998
RMSEA	0.022
SRMR	0.054

4. Συμπεράσματα

Ο στόχος της προκαταρκτικής έρευνας ήταν να αξιολογήσει την εγκυρότητα και την αξιοπιστία δύο ερωτηματολογίων προκειμένου να αποκτηθούν γνώσεις σχετικά με τις στάσεις και την ετοιμότητα των εκπαιδευτικών στην Ελλάδα σχετικά με την εκπαίδευση STEM. Τα αποτελέσματα της παραγοντικής ανάλυσης υποστηρίζουν την εγκυρότητα και την αξιοπιστία δύο εργαλείων, της Στάσης με 17 στοιχεία και της Ετοιμότητας με 24 στοιχεία. Με βάση τις ψυχομετρικές ιδιότητες των ερωτηματολογίων, φαίνεται να είναι έγκυρα εργαλεία και η χρήση τους στην ελληνική εκπαιδευτική κοινότητα μπορεί να βοηθήσει στην πρόβλεψη του επιπέδου επίτευξης αυτής της εκπαιδευτικής καινοτομίας. Επιπλέον, μπορεί να δώσει πληροφορίες για διάφορες πτυχές και συναφείς παράγοντες που επιδρούν στην ετοιμότητα των διδασκόντων και στην στάση τους αναφορικά με την εφαρμογή του STEM στην καθημερινή τους διδακτική πρακτική.

Περιορισμοί και μελλοντική έρευνα

Η παρούσα προκαταρκτική έρευνα έχει ορισμένους περιορισμούς. Αποτελεί μια αρχική προσπάθεια για την ικανοποίηση των απαιτήσεων για ακριβείς ερευνητικές μετρήσεις. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να ληφθούν πρόσθετα δείγματα και να πραγματοποιηθούν μελέτες αντιγραφής. Επίσης, οι περιορισμοί προκύπτουν και από τη χρήση της μεθόδου συλλογής συγχρονικών δεδομένων, η οποία βασίζεται σε εργαλεία αυτοαναφοράς, καθώς και από τη στενότητα του δείγματος.

Εν τω μεταξύ, η χρήση της ρομποτικής έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στο σχεδιασμό μάθησης STEM (Darmawansah et al., 2023). Μάλιστα, το ενδιαφέρον για την εκπαιδευτική ρομποτική έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια και έχουν γίνει πολλές προσπάθειες σε όλο τον κόσμο για να συμπεριληφθούν τα ρομπότ στη σχολική διδασκαλία από το νηπιαγωγείο έως το γυμνάσιο, κυρίως σε μαθήματα επιστήμης και τεχνολογίας. Πολυάριθμες ερευνητικές μελέτες έχουν υπογραμμίσει πως οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για την εκπαιδευτική ρομποτική (ER) και η αίσθηση της αυτοαποτελεσματικότητας τους μπορούν να επηρεάσουν τη μαθησιακή διαδικασία (Agus et al., 2024; Schina et al., 2021). Σε συνέχεια της παρούσας προκαταρκτικής έρευνας, θα πραγματοποιηθεί μελέτη προκειμένου να προσδιοριστεί η ετοιμότητα των εκπαιδευτικών να εφαρμόσουν τη ρομποτική τεχνολογία στη διδασκαλία τους και η επίδραση του καινοτόμου σχολικού κλίματος στον βαθμό αποδοχής των καινοτόμων αυτών μεθόδων.

5. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Abdullah, A. H., Hamzah, M. H., Hussin, R. H. S. R., Kohar, U. H. A., Rahman, S. N. S. A., & Junaidi, J. (2017a). Teachers’ readiness in implementing science, technology, engineering and mathematics (STEM) education from the cognitive, affective and behavioural aspects. *2017 IEEE 6th International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*. https://doi.org/10.1109/TALE.2017.8252295

Abdullah, A. H., Hamzah, M. H., Hussin, R. H. S. R., Kohar, U. H. A., Rahman, S. N. S. A., & Junaidi, J. (2017b). Teachers’ readiness in implementing science, technology, engineering and mathematics (STEM) education from the cognitive, affective and behavioural aspects. *2017 IEEE 6th International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, 6–12. https://doi.org/10.1109/TALE.2017.8252295

Agus, M., Bonaiuti, G., & Marras, A. (2024). Psychometric Validation of the Robotics Interest Questionnaire (RIQ) Scale with Italian Teachers. *Journal of Science Education and Technology*, *33*(1), 68–83. https://doi.org/10.1007/s10956-023-10075-8

Coakes, S. (2012). *SPSS Version 20.0 for Windows: Analysis without Anguish*. Softcover Wiley & Sons Ltd.

Dare, E. A., Keratithamkul, K., Hiwatig, B. M., & Li, F. (2021). Beyond Content: The Role of STEM Disciplines, Real-World Problems, 21st Century Skills, and STEM Careers within Science Teachers’ Conceptions of Integrated STEM Education. *Education Sciences*, *11*(11), 737. https://doi.org/10.3390/educsci11110737

Darmawansah, D., Hwang, G.-J., Chen, M.-R. A., & Liang, J.-C. (2023). Trends and research foci of robotics-based STEM education: a systematic review from diverse angles based on the technology-based learning model. *International Journal of STEM Education*, *10*(1), 12. https://doi.org/10.1186/s40594-023-00400-3

Gözüm, A. İ. C., Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2022). Preschool teachers' STEM pedagogical content knowledge: A comparative study of teachers in Greece and Turkey. *Frontiers in Psychology*, *13*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.996338

Hair, J., Black, W., Babin, B., & Anderson, R. (2018). *Multivariate Data Analysis EIGHTH EDITION*. https://doi.org/10.1002/9781119409137.ch4

Kah Wei, W., & Mistima Maat, S. (2020). The Attitude of Primary School Teachers towards STEM Education. *TEM Journal*, 1243–1251. https://doi.org/10.18421/TEM93-53

Kalliontzi, M. (2022). Teachers' attitudes towards S.T.E.M. in secondary education. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, *2*(2), 389–400. https://doi.org/10.25082/AMLER.2022.02.007

O'Neil, H. F., Lang, J., Perez, R. S., Escalante, D., & F. Sutter Fox. (2014). What Is Cognitive Readiness? In *Teaching and Measuring Cognitive Readiness* (p. 21). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7579-8_1

Scanlon, G., Radeva, S., Pitsia, V., Maguire, C., & Nikolaeva, S. (2022). Attitudes of teachers in Bulgarian kindergartens towards inclusive education. *Teaching and Teacher Education*, *112*, 103650. https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103650

Schina, D., Valls-Bautista, C., Borrull-Riera, A., Usart, M., & Esteve-González, V. (2021). An associational study: preschool teachers' acceptance and self-efficacy towards Educational Robotics in a pre-service teacher training program. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *18*(1), 28. https://doi.org/10.1186/s41239-021-00264-z

Sulaeman, N., Efwinda, S., & Putra, P. D. A. (2022). Teacher readiness in STEM education: Voices of Indonesian Physics teachers. *Journal of Technology and Science Education*, *12*(1), 68. https://doi.org/10.3926/jotse.1191

Thibaut, L., Knipprath, H., Dehaene, W., & Depaepe, F. (2018). The influence of teachers' attitudes and school context on instructional practices in integrated STEM education. *Teaching and Teacher Education*, *71*, 190–205. https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.12.014

Widya, Rifandi, R., & Laila Rahmi, Y. (2019). STEM education to fulfil the 21 st century demand: a literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, *1317*(1), 012208. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012208

Wu, P., Yang, L., Hu, X., Li, B., Liu, Q., Wang, Y., & Huang, J. (2022). How K12 Teachers' Readiness Influences Their Intention to Implement STEM Education: Exploratory Study Based on Decomposed Theory of Planned Behavior. *Applied Sciences*, *12*(23), 11989. https://doi.org/10.3390/app122311989

Yang, K. L., Wu, H. K., Yeh, Y. F., Lin, K. Y., Wu, J. Y., & Hsu, Y. S. (2021). Implementers, designers, and disseminators of integrated STEM activities: self-efficacy and commitment. *Research in Science and Technological Education*, *00*(00), 1–19. https://doi.org/10.1080/02635143.2021.2008343

Yang, W., Wu, R., & Li, J. (2023). Development and validation of the STEM Teaching Self-efficacy Scale (STSS) for early childhood teachers. *Current Psychology*, *42*(9), 7275–7283. https://doi.org/10.1007/s12144-021-02074-y

Προάγουν οι Παρεμβάσεις σε Θέματα Νανοτεχνολογίας τις Δεξιότητες του 21ου Αιώνα?: Μια Ανασκόπηση της Βιβλιογραφίας

Λάζαρος Πελέκας, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η παρούσα εργασία εξετάζει την συμβολή της Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας (Ν-ΕΤ) στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα μέσα από διάφορες διδακτικές παρεμβάσεις. Αναλύοντας την συχνότητα, την αποτελεσματικότητα διάφορων διδακτικών μεθόδων, καθώς και τη συσχέτιση τους με την προώθηση κρίσιμων δεξιοτήτων, όπως η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα, η επικοινωνία και η συνεργασία στις διαφορετικές εκπαιδευτικές βαθμίδες, η εργασία προσφέρει μια εκτενή επισκόπηση της τρέχουσας κατάστασης της έρευνας και αναδεικνύει τη διεπιστημονική φύση της Ν-ΕΤ και την ικανότητά της να προσφέρει μια ολοκληρωμένη κατανόηση σύνθετων εννοιών, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για την προετοιμασία των μαθητών στις προκλήσεις του μέλλοντος.

Abstract

This study examines the contribution of Nanoscience and Nanotechnology (NST) to the development of 21st-century skills through various teaching interventions. By analyzing the frequency and effectiveness of various teaching methods, as well as their correlation with the promotion of critical skills such as critical thinking, creativity, communication, and collaboration across different educational levels, this work provides an extensive overview of the current state of research. It highlights the interdisciplinary nature of NST and its ability to offer a comprehensive understanding of complex concepts, emphasizing the need to prepare students for future challenges.

Λέξεις-Κλειδιά: δεξιότητες 21ου αιώνα, διδακτικές παρεμβάσεις, διεπιστημονικότητα, εκπαιδευτική καινοτομία, νανοτεχνολογία

Keywords: 21st-century skills, teaching interventions, interdisciplinarity, educational innovation, nanotechnology

1. Εισαγωγή

Η Νανοεπιστήμη - Νανοτεχνολογία (Ν-ΕΤ), έχει αναδειχθεί ως ένας από τους πλέον πρωτοποριακούς και δυναμικά αναπτυσσόμενους τομείς της σύγχρονης επιστήμης και τεχνολογίας, καθώς αξιοποιεί τη δυνατότητα διαχείρισης των ατόμων, μορίων και μακρομορίων, προκειμένου να δημιουργηθούν υλικά και διατάξεις με καινούργιες ιδιότητες και λειτουργίες (Ghattas & Carver, 2012), που οφείλονται σε δομές που ανήκουν σε ένα εύρος μεγέθους περίπου 1-100nm, το οποίο αναγνωρίζεται κοινώς ως νανοκλίμακα (Jones et al., 2013). Η σημασία της ενσωμάτωσης της Ν-ΕΤ στην εκπαίδευση είναι πολυσήμαντη, καθώς προωθεί την κατανόηση πολύπλοκων επιστημονικών και τεχνολογικών εννοιών, ενισχύει την κριτική σκέψη και προσφέρει χρήσιμα εργαλεία σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, από την ιατρική μέχρι την περιβαλλοντική προστασία.

Η σημασία των βασικών ιδεών της Ν-ΕΤ στο πλαίσιο της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών έχει τονιστεί ιδιαίτερα από την επιστημονική κοινότητα (Stevens et al., 2009· Blonder & Sakhnini, 2016· Stavrou et al., 2018). Οι Μεγάλες Ιδέες (ΜΙ) είναι έννοιες που έχουν διεπιστημονικό χαρακτήρα και μπορούν να εξηγήσουν ένα ευρύ φάσμα φαινομένων. Οι έννοιες αυτές αποτελούν τον πυρήνα της Ν-ΕΤ σύμφωνα με τους Stevens et al. (2009), και επομένως, μέσα από τον διεπιστημονικό χαρακτήρα της προβάλλεται η ευκαιρία να αναδιοργανωθεί το επιστημονικό περιεχόμενο και ο τρόπος που αυτό διδάσκεται σύμφωνα με το πρόγραμμα σπουδών.

Οι δεξιότητες του 21ου αιώνα (κριτική σκέψη, δημιουργικότητα, συνεργασία, επικοινωνία) ή 4C's αποτελούν ζωτικής σημασίας συνιστώσες για την επιτυχία στον σύγχρονο, διαρκώς μεταβαλλόμενο κόσμο (Kaufmann, 2013· Lapek, 2018· Omiles et al., 2019· Rotherham & Willingham, 2009). Η ενσωμάτωση αυτών των δεξιοτήτων στην εκπαίδευση είναι απαραίτητη για να προετοιμάσει τους μαθητές, να ενθαρρύνει την καινοτομία και να διασφαλίσει την ομαλή προσαρμογή τους στην εργασιακή αγορά και στην κοινωνία (Sanabria, 2016· Hirsh-Pasek et al., 2020). Η ένταξη της N-ET στην εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να ενισχύσει σημαντικά αυτή την προσπάθεια, προσφέροντας ένα πλαίσιο για την εξάσκηση και την εφαρμογή αυτών των δεξιοτήτων σε πραγματικά και σύνθετα προβλήματα.

Στην παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση, εξετάζεται η συμβολή της N-ET στην ενίσχυση των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα μέσα από διάφορες διδακτικές παρεμβάσεις. Ειδικότερα, διερευνάται κατά πόσον οι εκπαιδευτικές προσεγγίσεις και πρακτικές που σχετίζονται με τη N-ET μπορούν να προάγουν την ανάπτυξη των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, εξετάζοντας την αποτελεσματικότητα των μεθόδων που ακολουθούν οι παρεμβάσεις στην προώθηση των δεξιοτήτων, καθώς και την συσχέτιση τους με την συχνότητα που εμφανίζονται σε κάθε βαθμίδα της εκπαίδευσης.

2. Μεθοδολογία

Για να αντιμετωπιστεί το κεντρικό ερευνητικό ερώτημα της εργασίας "Πως προάγουν οι παρεμβάσεις σε θέματα N-ET την ανάπτυξη των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα?", διεξήχθη ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. Η μεθοδολογία περιλάμβανε μια συστηματική αναζήτηση σε ακαδημαϊκές βάσεις δεδομένων, όπως η PubMed, IEEE Xplore, ScienceDirect και Education Resources Information Center (ERIC), για την εντοπισμό άρθρων που δημοσιεύθηκαν από τον Ιανουάριο του 2000 έως τον Δεκέμβριο του 2023. Οι λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν στην αναζήτηση περιλάμβαναν "nanotechnology", "21st century skills", "education", "STEM education", "innovative teaching methods" και τις επιμέρους δεξιότητες του 21ου αιώνα (critical thinking, creativity, communication, collaboration). Τα κριτήρια συμπερίληψης ήταν άρθρα γραμμένα στην Αγγλική γλώσσα, τα οποία μελετούν διδακτικές παρεμβάσεις σε θέματα N-ET και αξιολογούνται μέσα από καινοτόμες μεθόδους διδασκαλίας που προωθούν αποτελεσματικά τα 4C's, ανεξαρτήτως βαθμίδας εκπαίδευσης. Τα κριτήρια αποκλεισμού περιλάμβαναν άρθρα που δεν σχετίζονται με την εκπαίδευση στην N-ET ή που επικεντρώνονται μόνο στην προώθηση του γνωστικού περιεχομένου των N-ET.

Από τα 104 άρθρα που εντοπίστηκαν αρχικά, τα 27 δεν προωθούν καμία από τις τέσσερις δεξιότητες του 21ου αιώνα, ενώ τα 16 δεν αφορούν την ένταξη της νάνο-τεχνολογίας στην εκπαίδευση. Στα 61 άρθρα που επιλέχθηκαν τελικά, πραγματοποιήθηκε συστηματική και συνδυαστική ανάλυση, με άξονες τη χρονική περίοδο που δημοσιεύτηκε το άρθρο, τους στόχους της μελέτης, τις μεθόδους, τη βαθμίδα εκπαίδευσης, τη θεματολογία της N-ET και την συχνότητα εμφάνισής τους σχετικά με την ανάπτυξη των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα. Τέλος, εξετάστηκε η αποτελεσματικότητα των μεθόδων ως προς την προώθηση των δεξιοτήτων στις εκπαιδευτικές βαθμίδες, δηλαδή αναδείχθηκαν οι διδακτικές μέθοδοι των παρεμβάσεων που συνδέονται συχνότερα με την προώθηση και των τεσσάρων δεξιοτήτων.

3. Αποτελέσματα

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της παρακάτω βιβλιογραφικής ανασκόπησης βρίσκεται υπό εξέλιξη, και τα πλήρη αποτελέσματα θα παρουσιαστούν στο συνέδριο. Ωστόσο, κάποια πρώτα ενδεικτικά αποτελέσματα παρατίθενται παρακάτω.

Τα 61 άρθρα που επιλέχθηκαν προς ανάλυση, ταξινομήθηκαν χρονολογικά, ανά 5-ετία στην περίοδο 2000 έως σήμερα. Από αυτά, 36 εμφανίζονται την περίοδο 2014-2024, από όπου φαίνεται ότι το θέμα ενδιαφέρει μέχρι και σήμερα την ερευνητική κοινότητα.

Σχετικά με τη βαθμίδα εκπαίδευσης, στο σύνολο των άρθρων, η πλειονότητα των άρθρων που εντοπίστηκαν, αναφέρονται σε διδακτικές παρεμβάσεις που εντάσσονται στο Πανεπιστήμιο (28 άρθρα) το οποίο ακολουθείται από το Λύκειο (23 άρθρα), το Γυμνάσιο (12 άρθρα) και τέλος το Δημοτικό (7 άρθρα). Ακόμη, σε μόνο 3 άρθρα από τα 61 η παρέμβαση είναι προσαρμοσμένη σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες.

Όσον αφορά την θεματολογία, η ανάλυση έγινε προσδιορίζοντας τις Μεγάλες Ιδέες της N-ET (Stevens et al., 2009). Η επικρατέστερη θεματολογία στο σύνολο των άρθρων, φαίνεται να βασίζεται στη Μεγάλη Ιδέα «Επιστήμη, Τεχνολογία και Κοινωνία» (52 άρθρα), ακολουθείται από τις «Ιδιότητες Εξαρτώμενες από το Μέγεθος» και «Δομή της Ύλης» (34 άρθρα) και από την «Εργαλεία και Μέσα» (31 άρθρα).

Όσον αφορά την συχνότητα εμφάνισης των μεθόδων (μεμονωμένα ή συνδυαστικά), στο σύνολο των άρθρων, η πιο δημοφιλής είναι τα hand-on activities (22 άρθρα) και ακολουθείται από το inquiry-based learning (12 άρθρα), τα laboratory-based activities (9 άρθρα) και project- και problem-based learning (9 άρθρα το καθένα).

Τέλος, όσον αφορά την αποτελεσματικότητα των διδακτικών προσεγγίσεων ως προς την προώθηση των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, στο σύνολο των άρθρων, βρέθηκε ότι οι μέθοδοι που προάγουν συχνότερα και τις τέσσερις δεξιότητες είναι εκείνες που υποστηρίζουν την ενεργητική και διαδραστική μάθηση (hands-on activities) και στις τέσσερις βαθμίδες της εκπαίδευσης που εξετάζονται.

4. Συμπεράσματα

Στην παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση, διερευνάται κατά πόσον οι εκπαιδευτικές προσεγγίσεις και πρακτικές που σχετίζονται με τη N-ET μπορούν να προάγουν την ανάπτυξη των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα. Η ανάλυση προσδιόρισε τις τάσεις στην υπάρχουσα βιβλιογραφία, εστιάζοντας στην αποτελεσματικότητα των διδακτικών προσεγγίσεων ως προς την προώθηση των τεσσάρων δεξιοτήτων σε συνδυασμό με τη βαθμίδα εκπαίδευσης. Μέσω των αποτελεσμάτων της ανάλυσης, η εργασία αυτή παρέχει μια επισκόπηση της τρέχουσας κατάστασης της έρευνας στο σταυροδρόμι της N-ET και της εκπαίδευσης, προσφέροντας παράλληλα προοπτικές για αποτελεσματικές πρακτικές και μελλοντικές κατευθύνσεις για την ενσωμάτωση της στις εκπαιδευτικές στρατηγικές του 21ου αιώνα.

5. Βιβλιογραφία

Blonder, R., & Sakhnini, S. (2016). What Are the Basic Concepts of Nanoscale Science and Technology (NST) that Should Be Included in NST Educational Programs? *Global perspectives of nanoscience and engineering education*, 117-127. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31833-2_4

Ghattas, N. I., & Carver, J. S. (2012). Integrating nanotechnology into school education: A review of the literature. *Research in Science & Technological Education*, *30*(3), 271-284. https://doi.org/10.1080/02635143.2012.732058

Hirsh-Pasek, K., Hadani, H. S., Blinkoff, E., & Golinkoff, R. M. (2020). A new path to education reform: playful learning promotes 21st century skills in school and beyond. *Policy Brief*. Ανακτήθηκε στις 29/2/2024, από: https://www.researchgate.net/publication/345209502_A_new_path_to_education_reform_Playful_learning_promotes_21st-century_skills_in_schools_and_beyond_POLICY_BIG_IDEAS_About_the_Authors

Kaufman, K. J. (2013). 21 ways to 21st century skills: why students need them and ideas for practical implementation. *Kappa Delta Pi Record*, *49*(2), 78-83. https://doi.org/10.1080/00228958.2013.786594

Lapek, J. (2018). Promoting 21st century skills in problem-based learning environments. *CTETE-Research Monograph Series*, *1*(1), 66-85. https://doi.org/10.21061/ctete-rms.v1.c.4

Omiles, M. E., Dumlao, J. B., Rubio, Q. K. C., & Ramirez, E. J. D. (2019). Development of the 21st century skills through educational video clips. *International Journal on Studies in Education*, *1*(1), 11-20. https://doi.org/10.46328/ijonse.5

Rotherham, A. J., & Willingham, D. (2009). 21st Century Skills: The Challenges Ahead. *Educational leadership*, *67*(1), 16-21. Ανακτήθηκε στις 29/2/2024, από: https://www.closterschools.org/accnt_390190/site_390191/Documents/21st-Century.pdf

Sanabria, J. C., & Arámburo-Lizárraga, J. (2017). Enhancing 21st century skills with AR: Using the gradual immersion method to develop collaborative creativity. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *13*(2), 487-501. https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00627a

Stavrou, D., Michailidi, E., & Sgouros, G. (2018). Development and dissemination of a teaching learning sequence on nanoscience and nanotechnology in a context of communities of learners. *Chemistry Education Research and Practice*, *19*(4), 1065-1080. https://doi.org/10.1039/c8rp00088c

Stevens, S. Y., Sutherland, L. M., & Krajcik, J. S. (2009). *The big ideas of nanoscale science and engineering*. NSTA press. https://doi.org/10.2505/9781935155072

Σχεδίαση & Ανάπτυξη Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για την Καλλιέργεια Δεξιοτήτων Κατανόησης Γραφικών Παραστάσεων

Μαρίνα Τσαουσίδη, Αναστάσιος Μολοχίδης
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η χρήση γραφικών παραστάσεων για την μεταφορά συμπυκνωμένης πληροφορίας αποτελεί μέρος της καθημερινότητας και είναι αναγκαίο κάθε πολίτης να μπορεί να αποκωδικοποιήσει και να ερμηνεύσει την πληροφορία που παρέχεται. Οι μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην ερμηνεία των γραφικών παραστάσεων στη φυσική, αλλά και στην μεταφορά των γνώσεων περί αυτές σε διαφορετικά περιεχόμενα. Στην παρούσα έρευνα παρουσιάζονται οι σχεδιαστικές αρχές σύμφωνα με τις οποίες σχεδιάστηκε μια Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων ανάγνωσης και κατανόησης των γραφικών παραστάσεων από μαθητές του Γυμνασίου. Το διδακτικό υλικό βασίζεται στο διδακτικό μοντέλο 5Ε αξιοποιώντας την μεθοδολογία της ανεστραμμένης τάξης και την χρήση πολλαπλών αναπαραστάσεων.

Abstract

The use of graphs to communicate condensed information is part of everyday life and it is necessary for every citizen to be able to decode and interpret the information provided. Students face difficulties in interpreting graphs in physics, but also in transferring their knowledge about them into different contents. This research presents the design principles according to which a Teaching Learning Sequence was designed for the development of reading and graphic comprehension skills by Gymnasium students. The teaching material is based on the 5E teaching model utilizing the methodology of the flipped classroom and the use of multiple representations.

Λέξεις κλειδιά: γραφικές παραστάσεις, διδακτική μαθησιακή ακολουθία, μοντέλο 5Ε, πολλαπλές αναπαραστάσεις

Keywords: graphs, teaching learning sequence, model 5E, multiple representations

1. Εισαγωγή

Οι γραφικές παραστάσεις αποτελούν σημαντικό εργαλείο για την επικοινωνία πληροφοριών στις επιστήμες αλλά και στην καθημερινή ζωή. Οι δεξιότητες που αφορούν την ανάγνωση και κατανόηση γραφικών παραστάσεων είναι απαραίτητο εφόδιο για όλους τους πολίτες καθώς συνεισφέρουν στην έγκυρη ενημέρωσή τους και αποτελούν βασικό στοιχείο του επιστημονικού γραμματισμού (Glazer, 2011). Στην επιστήμη της Φυσικής οι γραφικές παραστάσεις αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της μελέτης φαινομένων. Συνεπώς, και στην διδασκαλία της, θα πρέπει να δίνεται αντίστοιχη βαρύτητα στην ανάγνωση και κατανόησή τους.

Μέσα από την βιβλιογραφία γίνεται φανερό ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν προβλήματα στην ανάγνωση και κατανόηση των γραφικών παραστάσεων στη φυσική. Συχνά θεωρείται πως οι μαθητές γνωρίζουν ήδη να «διαβάζουν», και μπορούν να εξάγουν, τα δεδομένα που χρειάζονται από ένα διάγραμμα (Araujo et al., 2008˙ Glazer, 2011). Στην πραγματικότητα δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν και να κατανοήσουν τα στοιχεία ενός διαγράμματος και να μεταφέρουν την γνώση που κατέχουν από το πεδίο των μαθηματικών σε γραφικές παραστάσεις στη φυσική (Boote, 2014). Οι δυσκολίες αυτές έχουν καταγραφεί από αρκετές έρευνες (Μπισδικιάν, 2000˙ Glazer, 2011˙ Ivanjek et al., 2016). Επιπλέον έχει μελετηθεί η επίδραση του περιεχομένου των γραφικών παραστάσεων στην κατανόηση των μαθητών (Ivanjek et al., 2016˙ Planinic et al., 2012).

Σύμφωνα με την έρευνα, μια σύγχρονη προσέγγιση στη συστηματική και οργανωμένη διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι οι Διδακτικές Μαθησιακές Ακολουθίες (Teaching Learning Sequences). Οι ΔΜΑ αποτελούν μεσαίας κλίμακας αναλυτικά προγράμματα διάρκειας μερικών εβδομάδων. Είναι ταυτόχρονα ερευνητική δραστηριότητα και προϊόν (Méheut & Psillos, 2004) και συγκροτούνται από εγκυροποιημένες δραστηριότητες διδασκαλίας και μάθησης, προσαρμοσμένες στο επίπεδο των εκπαιδευόμενων. Επιπλέον η χρήση διαφορετικών τρόπων αναπαράστασης μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να βελτιώσουν την ικανότητά τους να σκέφτονται εννοιολογικά για μια κατάσταση ή ένα φαινόμενο (Opfermann et al., 2021).

Οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί είτε αφορούν τον εντοπισμό εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών σε σχέση με τις γραφικές παραστάσεις, είτε είναι μικρότερες παρεμβάσεις που εστιάζουν σε συγκεκριμένες παραμέτρους όπως π.χ. στην επίδραση του περιεχομένου των γραφικών παραστάσεων, χωρίς να εστιάζουν στις δεξιότητες κατανόησης των γραφικών παραστάσεων. Η παρούσα έρευνα στοχεύει στην αντιμετώπιση των δυσκολιών των μαθητών στην κατανόηση των γραφικών παραστάσεων με τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη μιας ΔΜΑ. Ερευνητικό ερώτημα αποτελεί εάν οι σχεδιαστικές αρχές που επιλέχθηκαν για την ανάπτυξη της σειράς μπορούν να υποστηρίξουν την βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων στην ανάγνωση και κατανόηση γραφικών παραστάσεων.

2. Μεθοδολογία

Οι σχεδιαστικές αρχές σύμφωνα με τις οποίες σχεδιάστηκε η ΔΜΑ αφορούν το μετασχηματισμό του περιεχομένου της ΔΜΑ, τον σχεδιασμό του υλικού και τον τρόπο εφαρμογής του. Για τον μετασχηματισμό του διδακτικού περιεχομένου και την ιεράρχηση των δεξιοτήτων που στοχεύεται να αποκτήσουν οι μαθητές, αξιοποιήθηκε το μοντέλο της εκπαιδευτικής αναδόμησης (MER) (Duit et al, 2012) το οποίο παρουσιάζεται στην εικόνα 1.

Εικόνα 1: Οι τρεις διεργασίες του μοντέλου της εκπαιδευτικής αναδόμησης.

Ως κύρια ενότητα διδασκαλίας επιλέχθηκε η κινηματική καθώς προσφέρεται για ανάλυση γραφικών παραστάσεων, και συνάδει με το αναλυτικό πρόγραμμα τόσο του Γυμνασίου (Β' τάξη) όσο και του Λυκείου (Α' τάξη). Τα φύλλα εργασίας που συνοδεύουν την διδασκαλία αποτελούνται στο μεγαλύτερο μέρος τους από ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Στις πρώτες δραστηριότητες κάθε ενότητας οι ερωτήσεις καθοδηγούν τους μαθητές να ακολουθήσουν τα βήματα που χρειάζεται και να παρατηρήσουν τα βασικά στοιχεία των γραφικών παραστάσεων. Σταδιακά η καθοδήγηση ελαττώνεται. Στα φύλλα εργασίας περιλαμβάνονται και δραστηριότητες ανοιχτού τύπου ώστε οι μαθητές να εκφράζουν την κατανόησή τους (Husain et al., 2012). Για την επιλογή πιθανών απαντήσεων στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής θεωρήθηκε καλή πρακτική να χρησιμοποιηθούν οι βιβλιογραφικά καταγεγραμμένες εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών. Επιπλέον θεωρήθηκε σημαντικό οι μαθητές να εφαρμόζουν την γνώση που διδάχθηκαν σε διαφορετικού περιεχομένου γραφικές παραστάσεις. Στο στάδιο της επέκτασης της γνώσης χρησιμοποιούνται γραφικές παραστάσεις από άλλους κλάδους της φυσικής και από την καθημερινότητα.

Ο σχεδιασμός της διδασκαλίας του υλικού βασίστηκε στο μοντέλο 5E (Bybee, 2006). Σύμφωνα με το μοντέλο, η κάθε ενότητα αποτελείται από πέντε στάδια: το στάδιο της εμπλοκής (engage), της εξερεύνησης (explore), της επεξήγησης (explain), της επέκτασης (elaborate) και της εκτίμησης (evaluate). Επιπλέον αξιοποιήθηκε η μεθοδολογία της ανεστραμμένης τάξης καθώς φαίνεται ότι ενισχύει την κατανόηση των εννοιών (Strelan et al., 2020). Σε όλη την έκταση της διδασκαλίας γίνεται χρήση πολλαπλών αναπαραστάσεων μέσω συνοδευτικών εικόνων και παρουσίασης βίντεο.

3. Αποτελέσματα

Η ΔΜΑ που σχεδιάστηκε περιλαμβάνει τέσσερις ενότητες: την ανάγνωση των αξόνων, τις μορφές των βασικών γραφικών παραστάσεων κινηματικής και τις σχέσεις των φυσικών μεγεθών που τις χαρακτηρίζουν, διαγράμματα κίνησης δύο σωμάτων, κινουμένων ευθύγραμμα και ομαλά και διαδοχικές κινήσεις ενός σώματος, κινουμένου ευθύγραμμα και ομαλά. Κάθε μια από αυτές αποτελεί μια διδακτική ενότητα. Η δομή της διδασκαλίας κάθε ενότητας ακολουθεί τα στάδια του μοντέλου 5Ε. Αρχικά αφιερώνονται κάποια λεπτά στον προσανατολισμό των μαθητών για το περιεχόμενο της ενότητας (engage). Στο στάδιο της διερεύνησης (explore) οι μαθητές συμπληρώνουν ένα φύλλο εργασίας. Οι δραστηριότητες αυτές καθοδηγούν τους μαθητές στην κατανόηση των διαδικασιών και των εννοιών της ενότητας. Μετά την συμπλήρωση του φύλλου εργασίας ο εκπαιδευτικός συζητά και εξηγεί τα σημεία που δυσκόλεψαν περισσότερο τους μαθητές (explain). Ακολουθεί το στάδιο της επέκτασης της γνώσης (elaborate). Στο στάδιο αυτό οι μαθητές καλούνται να μεταφέρουν τις γνώσεις που αποκόμισαν σε γραφικές παραστάσεις διαφορετικού περιεχομένου συμπληρώνοντας ένα φύλλο εργασίας. Οι δραστηριότητες στο στάδιο αυτό περιλαμβάνουν χαμηλότερο βαθμό καθοδήγησης. Το στάδιο της αξιολόγησης (evaluation) υλοποιείται μέσω της συμπλήρωσης ενός φύλλου εργασίας στο σπίτι μετά την διδασκαλία. Πριν την διδασκαλία κάθε ενότητας δίνεται στους μαθητές για συμπλήρωση στο σπίτι ένα φύλλο εργασίας για μελέτη των εννοιών που θα διδαχθούν. Πιο συγκεκριμένα η δομή της εφαρμογής όπως σχεδιάστηκε φαίνεται στην εικόνα 2.

Στάδια Εφαρμογής		**Στάδια 5Ε κάθε ενότητας**	**Φύλλα εργασίας κάθε ενότητας**
pre – test			
Ενότητα 1	Εισαγωγικές έννοιες	Engage Explore Explain Elaborate Evaluate	ΦΕ i.1 – Συμπλήρωση στο σπίτι ΦΕ i.2 -- Explore ΦΕ i.3 -- Elaborate ΦΕ i.4 – Evaluate (σπίτι)
Ενότητα 2	Τα είδη των κινήσεων - κλίση γραφικών παραστάσεων		
Ενότητα 3	Γραφικές παραστάσεις δύο σωμάτων		
Ενότητα 4	Σύνθετες κινήσεις ενός σώματος		
post - test			
Ερωτηματολόγιο στάσεων			

Σημείωση: το «i» στον αριθμό του κάθε ΦΕ αντιστοιχεί στο νούμερο της κάθε ενότητας

Εικόνα 2: Δομή της εφαρμογής της ΔΜΑ.

4. Συμπεράσματα

Η ΔΜΑ που περιγράφεται στην παρούσα εργασία αναμένεται να ενισχύσει τις δεξιότητες ανάγνωσης και κατανόησης των γραφικών παραστάσεων των μαθητών, όχι μόνο στο πλαίσιο της κινηματικής αλλά και σε διαφορετικά περιεχόμενα. Η πιλοτική εφαρμογή της είναι προγραμματισμένη να πραγματοποιηθεί στην διάρκεια του Μαρτίου. Η αξιολόγηση της ΔΜΑ θα πραγματοποιηθεί μέσω της στατιστικής ανάλυσης των αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου ελέγχου πριν και μετά την εφαρμογή με την χρήση του στατιστικού εργαλείου SPSS 26, καθώς και από ένα ερωτηματολόγιο αξιολόγησης της ΔΜΑ που θα συμπληρωθεί από τους μαθητές μετά την ολοκλήρωση της σειράς. Τα δύο ερωτηματολόγια δημιουργήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας. Αναλυτικά τα αποτελέσματα θα παρουσιαστούν στο συνέδριο.

5. Βιβλιογραφία

Μπισδικιάν, Γ. (2000). *Μελέτη της εφαρμογής πολυμέσων στη διδασκαλία γραφικών παραστάσεων και φυσικών εννοιών* [Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης]. ΙΚΕΕ. http://hdl.handle.net/10442/hedi/23097

Araujo, I. S., Veit, E. A., & Moreira, M. A. (2008). Physics students' performance using computational modelling activities to improve kinematics graphs interpretation. *Computers & Education*, *50*(4), 1128-1140. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.11.004

Boote, S. K. (2014). Assessing and understanding line graph interpretations using a scoring rubric of organized cited factors. *Journal of Science Teacher Education*, *25*(3), 333-354. https://doi.org/10.1007/s10972-012-9318-8

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, *5*(88-98). Ανακτήθηκε στις 1/3/2024, από: https://fremonths.org/ourpages/auto/2008/5/11/1210522036057/bscs5efullreport2006.pdf

Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction–A framework for improving teaching and learning science. Στο D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *Science Education Research and Practice in Europe*. *Retrosspective and Prospecctive*. 13-37. Sense. ISBN: 978-94-6091-900-8.

Glazer, N. (2011). Challenges with graph interpretation: A review of the literature. *Studies in science education*, *47*(2), 183-210. https://doi.org/10.1080/03057267.2011.605307

Husain, H., Bais, B., Hussain, A., & Samad, S. A. (2012). How to construct open ended questions. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *60*, 456-462. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.406

Ivanjek, L., Susac, A., Planinic, M., Andrasevic, A., & Milin-Sipus, Z. (2016). Student reasoning about graphs in different contexts. *Physical Review Physics Education Research, 12*(1), 010106. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010106

Méheut, M., & Psillos, D. (2004). Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, *26*(5), 515-535. https://doi.org/10.1080/09500690310001614762

Opfermann, M., Schmeck, A., & Fischer, H.E. (2021). Multiple Representations and Learning Physics. In: Fischer, H.E., Girwidz, R. (eds) *Physics Education. Challenges in Physics Education* Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-87391-2_7

Planinic, M., Milin-Sipus, Z., Katic, H., Susac, A., & Ivanjek, L. (2012). Comparison of student understanding of line graph slope in physics and mathematics. *International journal of science and mathematics education*, *10*(6), 1393-1414. https://doi.org/10.1007/s10763-012-9344-1

Strelan, P., Osborn, A., & Palmer, E. (2020). The flipped classroom: A meta-analysis of effects on student performance across disciplines and education levels. *Educational Research Review*, *30*, 100314. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100314

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΙ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΕΣ ΦΟΙΤΗΤΡΙΕΣ

Μαθητές Γυμνασίου Οικοδομούν Μοντέλα Καταστάσεων Διαβροχής

Ευθυμία Αρβανίτου, Ελένη Πετρίδου
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η διαβροχή είναι ένα σύγχρονο θέμα Φυσικής με πλείστες εφαρμογές στην καθημερινότητα, στη βιομηχανία, την ιατρική και αλλού. Ενταγμένο σε μια διερευνητική διδασκαλία με βάση τα μοντέλα μπορεί να προωθήσει τον επιστημονικό εγγραμματισμό. Προς αυτό το σκοπό σχεδιάστηκε, αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε μία διδακτική παρέμβαση για την εισαγωγή μαθητών Γυμνασίου στα φαινόμενα διαβροχής μέσω δραστηριοτήτων μοντελοποίησης. Στην παρούσα εργασία γίνεται αποτίμηση των αποτελεσμάτων όπως προκύπτουν από τα φύλλα εργασίας και αξιολόγησης, και θα συζητηθεί η στατιστική τους ανάλυση.

Abstract

Wetting is a modern subject of Physics with many applications in everyday life, industry, medicine and elsewhere. Integrated into an exploratory model-based teaching it can promote scientific literacy. For this purpose, a teaching learning sequence was developed and implemented for the introduction of high school students to wetting phenomena through modeling activities. In this study, the results will be evaluated as they derive from worksheets and evaluation sheets, and their statistical analysis will be discussed.

Λέξεις κλειδιά: διαβροχή, μοντέλα, μοντελοποίηση

Key words: modelling, models, wetting

1. Εισαγωγή

Τα νέα Αναλυτικά Προγράμματα στοχεύουν στην ενίσχυση του επιστημονικού εγγραμματισμού με έμφαση στην διερευνητική προσέγγιση και στην εξοικείωση των μαθητών με την επιστημονική μεθοδολογία (ΙΕΠ, 2023). Ένα μοντέλο διδασκαλίας των φυσικών επιστημών που ευθυγραμμίζεται με την ιδέα της «εκπαίδευσης μέσω της επιστήμης», δηλαδή την ενσωμάτωση επιστημονικών αρχών και μεθόδων στο ευρύτερο εκπαιδευτικό πλαίσιο, και όχι της «επιστήμης μέσω της εκπαίδευσης», δηλαδή τη χρήση της επιστημονικής εκπαίδευσης για την επίτευξη συγκεκριμένων ακαδημαϊκών στόχων ή πτυχίων, μπορεί να ενισχύσει τα εγγενή κίνητρα των μαθητών, στην εκμάθηση επιστημονικών εννοιών και δεξιοτήτων

(Holbrook & Rannikmae, 2009).

Η διαβροχή είναι η ικανότητα ενός υγρού να διατηρεί επαφή με μια στερεά επιφάνεια, ως αποτέλεσμα διαμοριακών αλληλεπιδράσεων, με χαρακτηριστικό μέγεθος τη γωνία επαφής (ΓΕ), που διαμορφώνεται από τις διεπιφανειακές τάσεις μεταξύ της επιφάνειας, του υγρού και του αερίου (Bormashenko, 2018). Οι επιφάνειες ανάλογα με την τιμή της ΓΕ χαρακτηρίζονται υπερυδρόφιλες ($\theta<10^o$), υδρόφιλες ($10^o<\theta<90^o$), υδρόφοβες ($90^o<\theta<150^o$) ή υπερυδρόφοβες ($\theta>150^o$). Για να περιγραφούν οι διάφορες καταστάσεις διαβροχής, χρησιμοποιούνται τα μοντέλα Young (διαβροχή μιας ιδανικά λείας επιφάνειας), Wenzel (πλήρης διαβροχή μιας τραχιάς επιφάνειας με ομοιογενή διεπαφή), Cassie – Baxter (διαβροχή τραχιάς επιφάνειας παρουσία θυλάκων αέρα μεταξύ των επιφανειακών ανομοιογενειών) και Cassie (μεταβατική κατάσταση ανάμεσα στις καταστάσεις Wenzel & Cassie – Baxter, με μερική διαβροχή των κοιλοτήτων κάτω από τη σταγόνα) (Bormashenko, 2018).

Τα επιστημονικά μοντέλα εκτός από ερευνητικά εργαλεία για την μελέτη, την εξήγηση και την πρόβλεψη φαινομένων από τους επιστήμονες (van Der Valk et al., 2007), αποτελούν και σύγχρονα εργαλεία προώθησης της επιστημονικής σκέψης, όταν ενσωματώνονται στις διδακτικές πρακτικές των Φυσικών Επιστημών (Windschitl & Thompson, 2006), ενισχύοντας την βαθύτερη κατανόηση του γνωστικού περιεχομένου και της έννοιας του μοντέλου, καθώς και την εξοικείωσή τους με επιστημονικές πρακτικές κατά τη διαδικασία μοντελοποίησης (Gobert et al., 2011). Από τις 16 δεξιότητες του 21^{ου} αι. που αναφέρονται στη βιβλιογραφία (Kennedy & Sundberg, 2020), η δομή της παρέμβασης ευνοεί την ανάπτυξη των μαθησιακών δεξιοτήτων (κριτική σκέψη, δημιουργικότητα, επικοινωνία και συνεργασία – 4C skills) Έρευνες (Manou et al., 2019) δείχνουν ότι οι δραστηριότητες μοντελοποίησης ενισχύουν την ανάπτυξή τους μέσω της κατασκευής γνώσης και της εφαρμογής μαθησιακών εννοιών σε πραγματικά πλαίσια.

Σε αυτό το πλαίσιο, σχεδιάστηκε, αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε μία διδακτική παρέμβαση για την εισαγωγή μαθητών Γυμνασίου στις καταστάσεις διαβροχής μέσω δραστηριοτήτων μοντελοποίησης. Στόχος είναι η ανάδειξη της επεξηγηματικής και προβλεπτικής χρήσης των μοντέλων, η γνώση περιεχομένου για τη διαβροχή και τους παράγοντες που την επηρεάζουν, και η ανάπτυξη 4C skills. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η αποτίμηση των αποτελεσμάτων των ερωτηματολογίων και των φύλλων εργασίας για τη διαβροχή, τη χρήση των μοντέλων, και την ανάπτυξη 4C skills. Τα ερευνητικά ερωτήματα είναι: 1. Σε ποιο βαθμό συνέβαλλε η παρέμβαση στην κατανόηση του φαινομένου της διαβροχής και των παραγόντων που την επηρεάζουν; 2. Σε ποιο βαθμό συνέβαλλε η παρέμβαση στην κατανόηση της έννοιας και της λειτουργίας του επιστημονικού μοντέλου; 3. Σε ποιο βαθμό ενισχύθηκε η αυτεπίγνωση των μαθητών για τα 4C skills που αναπτύσσουν;

2. Μεθοδολογία

Το Πλαίσιο

Το δείγμα της έρευνας αποτελούν 21 μαθητές/τριες της Β Γυμνασίου Προμάχων Αλμωπίας. Η εφαρμογή υλοποιείται στο πλαίσιο εκπαιδευτικού ομίλου, στον οποίο οι μαθητές συμμετέχουν εθελοντικά και ο οποίος δημιουργήθηκε για τις ανάγκες της έρευνας.

Τα Εργαλεία Μέτρησης

Τρία ερωτηματολόγια χρησιμοποιούνται πριν και μετά την παρέμβαση, για την ανίχνευση των ιδεών των μαθητών για το φαινόμενο της διαβροχής και τους παράγοντες που το επηρεάζουν, για τα επιστημονικά μοντέλα και για την αυτεπίγνωσή τους για τις μαθησιακές δεξιότητες 4C. Επίσης, τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας αποτελούν εργαλεία για την αποτίμηση της κατανόησης του φαινομένου διαβροχής από τους μαθητές και της ικανότητάς τους να οικοδομήσουν κατάλληλα μοντέλα προκειμένου να εξηγήσουν και να προβλέψουν φαινόμενα διαβροχής.

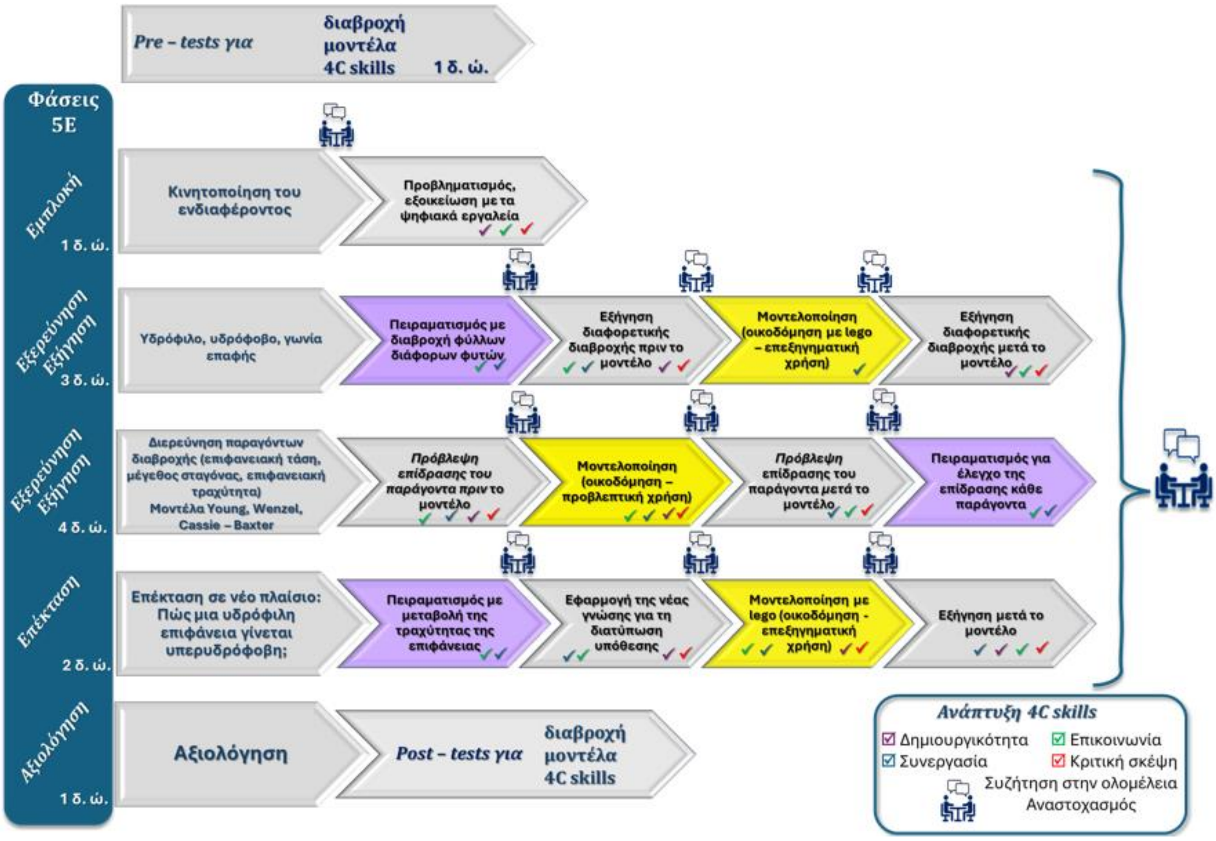
Για την αποτίμηση των γνώσεων των μαθητών για το φαινόμενο της διαβροχής αναπτύχθηκε ένα ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις κλειστού τύπου και ανάπτυξης. Η βιβλιογραφική επισκόπηση ανέδειξε περιορισμένες ερωτήσεις αξιολόγησης που να ταιριάζουν με το θέμα που πραγματεύεται η παρέμβαση για το φαινόμενο της διαβροχής. Το ερωτηματολόγιο που δόθηκε πριν την εφαρμογή περιλαμβάνει ερωτήσεις ανίχνευσης ιδεών για την σχέση μεταξύ διαβροχής και είδους επιφανειών, των παραγόντων που επηρεάζουν το φαινόμενο και τις πρακτικές εφαρμογές του. Στο ερωτηματολόγιο μετά την εφαρμογή περιλαμβάνονται επιπλέον τρεις ερωτήσεις πιο εξειδικευμένες σε σχέση με τη διαβροχή (πχ η γωνία επαφής). Η αποτίμηση θα γίνει με ποιοτική ανάλυση των απαντήσεων, οι οποίες θα κατηγοριοποιηθούν ιεραρχικά, σύμφωνα με την εγγύτητά τους στις επιστημονικές θέσεις.

Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιείται για την αποτίμηση της κατανόησης των μοντέλων από τους μαθητές, πριν και μετά την εμπλοκή τους στη διδακτική παρέμβαση, περιέχει ερωτήσεις ανοικτού τύπου που αφορούν στις όψεις της φύσης, της λειτουργίας και της δυνατότητας αλλαγής των επιστημονικών μοντέλων (Πετρίδου, 2008). Η ποιοτική του ανάλυση λαμβάνει υπόψη ιεραρχικό σύστημα ταξινόμησης τριών επιπέδων της επιστημονικής ενημερότητας των μαθητών για τα μοντέλα (Petridou et al., 2013).

Για την αποτίμηση της αυτεπίγνωσης των μαθητών στα 4C skills χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο που περιλαμβάνει ερωτήσεις κλειστού τύπου σε 5βάθμια κλίμακα Likert (Kousloglou et al., 2023) και προσαρμόστηκαν στις ανάγκες της έρευνας, σε συμφωνία με την ταξινομία των απαντήσεων που απαντάται σε αυτήν αναφορικά με δεξιότητες συνεργασίας, επικοινωνίας, δημιουργικότητας και κριτικής σκέψης. Στο ερωτηματολόγιο που δόθηκε μετά την εφαρμογή της παρέμβασης προστέθηκαν 5 ακόμα ερωτήσεις εστιασμένες στο περιεχόμενο της διδασκαλίας, προκειμένου να ανιχνευθούν τα σημεία των δραστηριοτήτων της διδακτικής παρέμβασης, στα οποία θεωρούν οι ίδιοι οι μαθητές ότι ανέπτυξαν 4C skills. Για τον προσδιορισμό της μεταβολής της αυτεπίγνωσης (self-awareness) των μαθητών χρησιμοποιείται ο δείκτης Hake gain (Hake, 1998).

Η Διδακτική Παρέμβαση

Η διδακτική παρέμβαση σχεδιάστηκε με βάση το Μοντέλο Εκπαιδευτικής Αναδόμησης (MER – Duit et al., 2012), σύμφωνα με το οποίο αναλύθηκε το επιστημονικό περιεχόμενο της διαβροχής και μετασχηματίστηκε, προκειμένου να διδαχθεί σε μαθητές Γυμνασίου. Επίσης, για την ένταξη των δραστηριοτήτων μοντελοποίησης στη διδακτική παρέμβαση, λήφθηκαν υπόψη οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην ερμηνεία φαινομένων που δεν ανήκουν στην αισθητηριακή αντίληψη, καθώς και οι δυσκολίες τους στην κατανόηση της φύσης των μοντέλων. Για την ανάπτυξη της δομής των δραστηριοτήτων χρησιμοποιήθηκε το διδακτικό μοντέλο 5E (Bybee et al., 2006), σύμφωνα με το οποίο οι μαθητές προσανατολίζονται στο φαινόμενο της διαβροχής, εμπλέκονται ενεργά σε διερευνητικές πειραματικές δραστηριότητες, οικοδομούν μοντέλα με τουβλάκια και μπαλόνια αναπαριστώντας την επιφάνεια και την σταγόνα του νερού αντίστοιχα, για να εξηγήσουν και προβλέψουν το είδος της διαβροχής και τους παράγοντες που την επηρεάζουν, και εφαρμόζουν τις γνώσεις τους σε καθημερινά παραδείγματα (σχήμα 1).



Σχήμα 1: Η δομή της παρέμβασης και οι μαθησιακές ικανότητες που αναπτύσσονται

3. Αποτελέσματα

Η εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης βρίσκεται σε εξέλιξη. Η αποτίμηση και η στατιστική διαχείριση των αποτελεσμάτων θα παρουσιαστούν στο συνέδριο.

4. Συμπεράσματα

Η εμπλοκή των μαθητών στη διδακτική παρέμβαση αναμένεται να ευνοήσει την κατανόηση του επιστημονικού περιεχομένου της διαβροχής, της ικανότητας χρήσης των μοντέλων για εξήγηση και πρόβλεψη φαινομένων διαβροχής και της αυτεπίγνωσής τους σε σχέση με τις μαθησιακές δεξιότητες του 21^{ου} αι. που αναπτύσσουν. Επίσης, από την συμμετοχή τους στη φάση της επέκτασης οι μαθητές αναμένεται να εισαχθούν σε εφαρμογές της διαβροχής στην καθημερινότητα.

5. Βιβλιογραφία

Πετρίδου, Ε. (2008). Ανάπτυξη, εφαρμογή και διερεύνηση προσομοιωμένων μοντέλων στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών [Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης]. ΙΚΕΕ. https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/18857

Προγράμματα Σπουδών. (n.d.). Στο *Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής*. Ανακτήθηκε από http://iep.edu.gr/el/nea-programmata-spoudon-arxiki-selida

Bormashenko, E. Y. (2018). *Wetting of real surfaces* (Vol. 19). Walter de Gruyter GmbH & Co KG. ISBN: 978-3-11-025853-0

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, *5*(88-98). https://bscs.org/reports/the-bscs-5e-instructional-model-origins-and-effectiveness/ (accessed 4/4/2024)

Gobert, J. D., O'Dwyer, L., Horwitz, P., Buckley, B. C., Levy, S. T., & Wilensky, U. (2011). Examining the relationship between students' understanding of the nature of models and conceptual learning in biology, physics, and chemistry. *International Journal of Science Education*, *33*(5), 653-684. http://dx.doi.org/10.1080/09500691003720671

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, *66*(1), 64-74. https://doi.org/10.1119/1.18809

Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International journal of environmental and science education*, *4*(3), 275-288. http://dx.doi.org/10.4236/ce.2014.510098

Kennedy, T. J., & Sundberg, C. W. (2020). 21st century skills. *Science education in theory and practice: An introductory guide to learning theory*, 479-496. https://doi.org/10.1007/978-3-030-43620-9_32

Kousloglou, M., Petridou, E., Molohidis, A., Hatzikraniotis, E. Assessing Students' Awareness of 4Cs Skills after Mobile-Technology-Supported Inquiry-Based Learning. Sustainability 2023, 15, 6725. https://doi.org/10.3390/su15086725

Petridou, E., Psillos, D., Hatzikraniotis, E., & Kallery, M. (2013). A Study on the Exploratory Use of Microscopic Models as Investigative Tools: The Case of Electrostatic Polarization. In G. Tsaparlis & H. Sevian (Eds.), *Concepts of Matter in Science Education* (Vol. 19, pp. 199–212). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5914-5_9

Manou, L., Spyrtou, A., Hatzikraniotis, E., & Kariotoglou, P. (2019). A nanoscale science and technology training course: Primary teachers' learning on the lotus and gecko effects. In *Electronic proceedings of the ESERA 2019 conference. The beauty and pleasure of understanding: Engaging with contemporary challenges through science education, part* (Vol. 14, pp. 1698-1704).

Van Der Valk, T., Van Driel, J. H., & De Vos, W. (2007). Common Characteristics of Models in Present-day Scientific Practice. *Research in Science Education*, 37(4), 469–488. https://doi.org/10.1007/s11165-006-9036-3

Windschitl, M., & Thompson, J. (2006). Transcending simple forms of school science investigation: The impact of preservice instruction on teachers' understandings of model-based inquiry. *American educational research journal*, *43*(4), 783-835. https://doi.org/10.3102/00028312043004783

Ανάπτυξη επιχειρηματολογίας της φύσης της επιστήμης σε μία διδακτική παρέμβαση σχετικά με εξωπλανήτες

Νικόλαος Βλαχοστέργιος, Κουμαρά Άννα, Αναστάσιος Μολοχίδης
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η φύση της επιστήμης είναι μία θεματική που αν και έχει τονιστεί η σημασία της επανειλημμένα δεν φαίνεται να περιλαμβάνεται στους στόχους των μαθήματων των σχολικών τάξεων. Στόχος αυτής της εργασίας, είναι η δημιουργία και εφαρμογή μιας σύντομης σειράς μαθημάτων, όπου ξεκινώντας από το φαινόμενο της διάβασης της Αφροδίτης, γίνεται μετάβαση στην απόκρυψη του αστέρα Betelgeuse από τον αστεροειδή Leona – 319 και καταλήγει στην ανίχνευση εξωπλανητών. Μέσα από αυτήν την πορεία στόχος είναι οι μαθητές να εξοικειωθούν με τις όψεις της φύσης της επιστήμης.

Abstract

The nature of science is a theme that even though its importance has been made evident by many, it does not seem to have been incorporated into the lessons in classrooms. The aim of this work is the creation and implementation of a series of lessons, which begins from the phenomenon of the transit of Venus, then follows the occultation of the star Betelgeuse from the asteroid Leona – 319 and ends up to exoplanets. Throughout this discovery course the students will also discover some elements of the nature of science.

Λέξεις Κλειδιά: εξωπλανήτες, φύση της επιστήμης, διάβαση της Αφροδίτης, απόκρυψη Betelgeuse.

Keywords: exoplanets, nature of science, transit of Venus, occultation of Betelgeuse.

1. Εισαγωγή

Το ερώτημα κατά πόσο οι άνθρωποι είμαστε μόνοι μας στο σύμπαν, ή αν υπάρχουν και άλλες μορφές ζωής με τις οποίες μοιραζόμαστε τον έναστρο ουρανό ίσως είναι ένα ερώτημα που έχει απασχολήσει πολλούς ανθρώπους. Η ανακάλυψη του πρώτου εξωπλανήτη το 1992 από τους Aleksander Wolszczan και Dale Frail (Dai et al., 2021) ξεκίνησε μία νέα εποχή αναζήτησης για τη ζωή έξω από τη Γη αλλά και από το ηλιακό μας σύστημα.

Εξωπλανήτες ονομάζονται οι πλανήτες που περιφέρονται γύρω από τα αστέρια. Οι κύριες μέθοδοι ανίχνευσης των εξωπλανητών είναι με άμεση ανίχνευσης (άμεση απεικόνιση) ή με έμμεση ανίχνευση (μέθοδος της διάβασης, αστρομετρία, βαρυτικοί μικροφακοί, ακτινική ταχύτητα, ή μετατόπιση Doppler) (Dai et al., 2021). Αξιοποιώντας αυτές τις τεχνικές και άλλες μέχρι σήμερα έχουν ανιχνευθεί πάνω από 5000 εξωπλανήτες (Tanner, 2023)

Πολλοί ερευνητές στην διδακτική της επιστήμης συγκλίνουν στο ότι η φύση της επιστήμης είναι σημαντικό να ενταχθεί στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών σε όλες τις τάξεις (National Science Teaching Association, 2024). Παρόλα αυτά, δεν μπορεί να υπάρξει ένας ενιαίος και αμετάκλητος ορισμός (Koumara, 2022). Σε αυτή την εργασία όμως, υιοθετείται ο ακόλουθος ορισμός ο οποίος έχει προταθεί από διάφορους ερευνητές (Lederman, 1999˙ Bell et al, 2000):

1. Η επιστημονική γνώση είναι εμπειρική, βασίζεται/ προκύπτει από παρατηρήσεις στον φυσικό κόσμο.
2. Η επιστημονική γνώση είναι ερμηνεύσιμη (inferential), η παρατήρηση και η ερμηνεία είναι διαφορετικά πράγματα.
3. Η επιστημονική γνώση έχει αντοχή (durable) αλλά όταν εμφανίζονται νέα στοιχεία μπορεί να αλλάξει.
4. Η επιστημονική δημιουργικότητα και φαντασία απαιτείται σε όλα τα σημεία της επιστημονικής έρευνας.
5. Αν και η αντικειμενικότητα είναι ο στόχος, η υποκειμενικότητα μεταξύ των επιστημόνων είναι αναπόφευκτη, και προέρχεται από τις προσωπικές πεποιθήσεις των επιστημόνων, την προηγούμενη γνώση, εκπαίδευση, προσδοκίες κλπ.
6. Η επιστημονική γνώση είναι ενσωματωμένη μέσα στον πολιτισμό, επηρεάζει και επηρεάζεται από κοινωνικές, τεχνολογικές, οικονομικές, φιλοσοφικές, θρησκευτικές κλπ παραμέτρους που οφείλονται στην ιστορία και γεωγραφία της κάθε περιοχής.
7. Οι επιστημονικοί νόμοι είναι διαφορετικοί από τις επιστημονικές θεωρίες.

Στην Ελλάδα το εκπαιδευτικό σύστημα δεν είναι προσανατολισμένο στην διδασκαλία της φύσης της επιστήμης, οι στόχοι του σχολικού προγράμματος σπουδών δεν την συμπεριλαμβάνουν, όπως επίσης και τα σχολικά εγχειρίδια, μπορεί περιέχουν κάποιες πλευρές της αλλά δεν την ονομάζουν. Οπότε ο όρος η φύση της επιστήμης ή οτιδήποτε άλλο συναφές δεν αναφέρεται πουθενά (Koumara, 2022).

Στόχος λοιπόν αυτής της εργασίας είναι η δημιουργία, και η εφαρμογή μιας σειράς μαθημάτων πάνω στην έννοια των εξαπλανητών και την ανάδειξη της φύσης της επιστήμης.

2. Μεθοδολογία

Η σειρά μαθημάτων ξεκινάει από το ηλιακό μας σύστημα, και τον υπολογισμό της απόστασης Γης – Ήλιου και την προσπάθεια των επιστημόνων από τα αρχαία χρόνια να βρούνε την κλίμακα αυτού. Σε αυτή αξιοποιήθηκε το φαινόμενο της Αφροδίτης. Στην παρέμβαση, πραγματοποιείται ο υπολογισμός της απόστασης Γης – Ήλιου (ή αλλιώς της αστρονομικής μονάδας) μέσω της μεθόδου της διάβασης της Αφροδίτης και της μεθόδου του Αρίσταρχου ο οποίος αξιοποίησε τις φάσεις της Σελήνης. Κύριος στόχος σε αυτή την παρέμβαση, είναι η σύγκριση των δύο μοντέλων (γεωκεντρικού και ηλιοκεντρικού), ποιες συνθήκες μπορούν να αποτελέσουν καταλύτη στην αλλαγή ενός επιστημονικού μοντέλου.

Μέσα από τις παραπάνω δραστηριότητες, σε αυτό το μάθημα, γίνεται μία προσπάθεια οι μαθήτριες να εμπλακούν και να εξερευνήσουν τις ακόλουθες όψεις της φύσης της επιστήμης, 1) η επιστημονική δημιουργικότητα και φαντασία, 2) η επιστημονική γνώση είναι ενσωματωμένη μέσα στον πολιτισμό και την κοινωνία, 3) η επιστημονική γνώση έχει αντοχή, αλλά όταν εμφανίζονται νέα στοιχεία μπορεί να αλλάξει.

Έπειτα εισάγεται το φαινόμενο της απόκρυψης του αστέρα Betelgeuse από τον αστεροειδή Leona -319 το οποίο έλαβε χώρα στις 12 Δεκεμβρίου του 2023 όπου εξερευνιέται το φαινόμενο της απόκρυψης μέσω μιας προσομοίωσης. Σε αυτή την παρέμβαση, οι μαθητές εισάγονται στα διαγράμματα φωτεινότητας – χρόνου. Αρχικά, μελετώνται αυτά τα διαγράμματα μέσω της προσομοίωσης στα πλαίσια της απόκρυψης του αστέρα Betelgeuse. Στη συνέχεια, γίνεται επέκταση και μελετώνται τα φαινόμενα της απόκρυψης του Betelgeuse από ένα μεσοαστρικό νέφος (2019 – 2020) και η ανακάλυψη των δακτυλίων του Ουρανού κατά την απόκρυψη ενός αστέρα από τον Ουρανού. Σε όλες τις περιπτώσεις τα διαγράμματα φωτεινότητας χρόνου έχουν την ίδια συμπεριφορά, αλλά παρόλα αυτά οι ερμηνείες που εξάγονται από αυτά είναι διαφορετικές.

Μέσα από την παραπάνω διαδικασία οι μαθητές μπορούν να εξερευνήσουν 1) την διαφορά ανάμεσα στην παρατήρηση και την ερμηνεία της παρατήρηση, 2) ότι η επιστημονική γνώση είναι εμπειρική και 3) η επιστημονική δημιουργικότητα και φαντασία είναι αναγκαία για τη διεξαγωγή της επιστημονικής έρευνας.

Τέλος η σειρά καταλήγει στους εξωπλανήτες όπου αξιοποιώντας πραγματικά δεδομένα για τον εξωπλανήτη WASP – 33 b οι μαθητές πρέπει να ανακαλύψουν αν θα μπορούσε να αποτελέσει ασφαλή προορισμό για μία ανθρώπινη αποικία. Για τον χαρακτηρισμό του εξωπλανήτη, οι μαθητές χρησιμοποιούν γνώσεις και νόμους από την εποχή του Kepler (τον 17^{ο} αιώνα) μέχρι το σήμερα. Επίσης, τα δεδομένα που μπορούν να αποκτηθούν για τον χαρακτηρισμό ενός εξωπλανήτη είναι δεδομένα από διαγράμματα φωτεινότητας – χρόνου αλλά παρόλα αυτά η ερμηνεία τους οδηγεί στο συμπέρασμα ότι υπάρχει ένας πλανήτης με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά γύρω από ένα πολύ μακρινό άστρο.

Έτσι, οι μαθητές σε αυτή την τελευταία παρέμβαση, αρχικά μπορούν να εξερευνήσουν 1) την δημιουργικότητα των επιστημόνων, 2) την διαφορά παρατήρησης και ερμηνείας, 3) ότι η επιστημονική γνώση είναι εμπειρική, 6) η επιστήμη επηρεάζει και επηρεάζεται από τον πολιτισμό και την κοινωνία. Ο ακόλουθος πίνακας συγκεντρώνει όλη τη δομή των μαθημάτων και τους στόχους του καθενός από αυτά όσον αφορά στη φύση της επιστήμης:

Πίνακας 1: Δομή και Στόχοι της Φύσης της Επιστήμης της Σειράς Μαθημάτων

<table>
<tr><th>Μάθημα</th><th>Δραστηριότητες (σε παρένθεση οι όψεις της φύσης της επιστήμης που εμπλέκονται στις δραστηριότητες)</th><th>Όψεις της Φύσης της Επιστήμης (που εμπλέκονται στην παρέμβαση, με την αρίθμηση της θεωρητικής εισαγωγής)</th></tr>
<tr><td>Η Διάβαση της Αφροδίτης</td><td>1. Τι είναι οι εσωτερικοί πλανήτες
2. Υπολογισμός της Απόστασης – Γης Ήλιου με τα δεδομένα του Captain Cook (6)
3. Υπολογισμός Απόστασης Γης – Ήλιου με βάση τη μέθοδο του Αρίσταρχου (3)
4. Μεταγνωστικές Ερωτήσεις (4)</td><td rowspan="3">1. Η επιστημονική γνώση είναι εμπειρική, βασίζεται/ προκύπτει από παρατηρήσεις στον φυσικό κόσμο.
2. Η επιστημονική γνώση είναι ερμηνεύσιμη (inferential), η παρατήρηση και η ερμηνεία είναι διαφορετικά πράγματα.
3. Η επιστημονική γνώση έχει αντοχή (durable) αλλά όταν εμφανίζονται νέα στοιχεία μπορεί να αλλάξει.
4. Η επιστημονική δημιουργικότητα και φαντασία απαιτείται σε όλα τα σημεία της επιστημονικής έρευνας.
6. Η επιστημονική γνώση είναι ενσωματωμένη μέσα στον πολιτισμό.</td></tr>
<tr><td>Η Διάβαση του Betelgeuse</td><td>1. Μελέτη του φαινομένου της διάβασης με μία προσομοίωση (διαφορετικά μεγέθη αστεροειδών σε ίδιου γωνιακού μεγέθους αστέρια δημιουργούν διαφορετικά διαγράμματα φωτεινότητας – χρόνου) (1, 2)
2. Η Μεγάλη Πτώση (The Great Dimming) (1, 2)
3. Η ανακάλυψη των δακτυλίων του Ουρανού (1,2)
4. Μεταγνωστικές Ερωτήσεις (4)</td></tr>
<tr><td>Εξωπλανήτες</td><td>1. Χρήση μεθόδων ακτινικής ταχύτητα και διάβασης για την εξαγωγή χαρακτηριστικών του εξωπλανήτη WASP -33 b (1)
2. Κατηγοριοποίηση εξωπλανήτη (1,2)
3. Μεταγνωτικές Ερωτήσεις (2,4,6)</td></tr>
</table>

Για την δημιουργία των μαθημάτων μελετήθηκε αρχικά σε βάθος το επιστημονικό μέρος του υπολογισμού της απόστασης Γης – Ήλιου και της διάβασης της Αφροδίτης, της διάβασης του Betelgeuse, των εξωπλανητών και της φύσης της επιστήμης. Στην συνέχεια, μελετήθηκαν σχετικές διδακτικές παρεμβάσεις και έρευνες που υπάρχουν στη βιβλιογραφία της διδακτικής των θετικών επιστημών. Τέλος, δημιουργήθηκαν τα φύλλα εργασίας και έγινε η πρώτη επικοινωνία με διάφορους φορείς για το επόμενο στάδιο που είναι η εφαρμογή της σειράς σε ένα όμιλο αστρονομίας.

Η σειρά μαθημάτων αναμένεται να εφαρμοστεί σε έναν όμιλο αστρονομίας σε Λύκειο. Κάθε μάθημα αναμένεται να διαρκέσει δύο διδακτικές ώρες. Άρα, όλη η σειρά μαθημάτων έχει διάρκεια έξι διδακτικές ώρες. Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της σειράς θα διεξαχθεί μέσα από pre και post tests.

3. Αποτελέσματα

Τα αναμενόμενα αποτελέσματα της σειράς είναι οι μαθητές να γνωρίσουν για το φαινόμενο της διάβασης της Αφροδίτης, και της απόκρυψης του Betelgeuse, αλλά και να οικειοποιηθούν με την έννοια των εξωπλανητών, γνωρίζοντας και αξιοποιώντας δύο μεθόδους ανίχνευσής τους, την μέθοδο της ακτινικής ταχύτητας (ή αλλιώς τη μέθοδο της μετατόπισης Dopler) και της μεθόδου της διάβασης.

Μέσα όμως από την παραπάνω πορεία, οι μαθητές αναμένεται να ανακαλύψουν και διάφορες όψεις της φύσης της επιστήμης, όπως την διαφορά ανάμεσα στην παρατήρηση και την ερμηνεία, ότι η επιστήμη βασίζεται σε εμπειρικά δεδομένα και ότι η επιστημονική γνώση είναι ενσωματωμένη μέσα στον πολιτισμό, επηρεάζει και επηρεάζεται από την κοινωνία.

4. Συμπεράσματα

Οι εξωπλανήτες θα μπορούσαν να αποτελέσουν σημαντικό υποψήφιο για την εισαγωγή σύγχρονων θεμάτων αστρονομίας στην σχολική τάξη, καθώς ερωτήματα όπως η πιθανότητα ζωής έξω από το ηλιακό μας σύστημα φαίνεται να είναι από τα πιο ενδιαφέροντα επιστημονικά θέματα τόσο για τα αγόρια όσο και για τα κορίτσια (Vieyra, 2023). Επίσης, αυτή η σειρά προωθεί τη μελέτη αστρονομικών φαινομένων, όπως η διάβαση της Αφροδίτης και η απόκρυψη του Betelgeuse, για τα οποία δεν υπάρχουν πολλές προσπάθειες ένταξής τους μέσα στη σχολική τάξη.

Η προσέγγιση της φύσης της επιστήμης μέσα από τις εμπειρίες που έχουν οι μαθητές κατά τη διάρκεια των μαθημάτων είναι ένα συμπέρασμα στο οποίο έχουν καταλήξει πολλές έρευνες. Ο υπολογισμός της απόστασης Γης- Ήλιου (ή αλλιώς το φαινόμενο της διάβασης της Αφροδίτης), η απόκρυψη του αστέρα Betelgeuse και τελικά οι εξωπλανήτες μπορούνε να προσφέρουνε αυτή τη δυνατότητα, μέσα από δραστηριότητες μελέτης διαγραμμάτων, ιστορικών στοιχείων και πραγματικών μετρήσεων. Έτσι, αυτή η σειρά θα μπορούσε να αξιοποιηθεί και για την διδασκαλία της φύσης της επιστήμης.

5. Βιβλιογραφία

Bell, R. L., Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching, 37*(6), 563-581. https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6%3C563::AID-TEA4%3E3.0.CO;2-N

Dai, Z., Ni, D., Pan, L., & Zhu, Y. (2021). Five methods of exoplanet detection. *Journal of Physics: Conference Series, 2012,* 012135. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2012/1/012135

Koumara, A. (2022). History of pressure implemented in a Nature of Science Professional Development Program for science teachers. *Science & Education*, *31*(5), 1-34. https://doi.org/10.1007/s11191-022-00401-8

Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching, 36(*8), 916-929. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199910)36:8%3C916::AID-TEA2%3E3.0.CO;2-A

National Science Teaching Association. (2024). *Nature of Science*. https://www.nsta.org/nstas-official-positions/nature-science

Tanner, A. (2023). Exoplanets: Where shall we go? Στο Les Johnson, & Kenneth Roy (Eds.), *Interstellar Travel* (pp. 1-28). https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91360-7.00010-0

Vieyra, R. E., & Lopez, R. (2023). Physics in a Space Science Context: Learning Sequences to Teach Electromagnetic Waves and Fields. *The Physics Teacher, 61*(5), 364-367. https://doi.org/10.1119/5.0094223

Μελέτη της παιδαγωγικής αξιοποίησης των Smartphones μέσω Διερεύνησης στη Διδασκαλία εννοιών Φυσικής στο Δημοτικό

Μαρία Γείτονα, Δημήτριος Ψύλλος
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αναδεικνύει τη χρήση των smartphones στη διδασκαλία των γραφικών παραστάσεων και του βρασμού στο Δημοτικό σχολείο. Στην πιλοτική διδασκαλία μέσω διερεύνησης εξετάζεται η χρήση της εφαρμογής SPARKvue σε smartphones για τη δημιουργία γραφικών παραστάσεων συνδυαστικά με πραγματικό και εικονικό πείραμα (Εικονικό Εργαστήριο Θερμότητας ΣΕΠ) σε μαθητές της ΣΤ' Δημοτικού. Από την ανάλυση των δεδομένων προκύπτει η χρησιμότητα των γραφικών παραστάσεων με ρητή διδασκαλία στην κατανόηση του θέματος από τους μαθητές. Τα smartphones αποδεικνύονται χρήσιμα με τρόπο συμπληρωματικό στην εισαγωγή των γραφικών παραστάσεων στη διδασκαλία του βρασμού στο Δημοτικό Σχολείο.

Abstract

This study highlights the use of smartphones in teaching graphical representations and boiling in primary school. In the pilot teaching through inquiry-based learning, the use of the SPARKvue application on smartphones is examined for creating graphical representations in combination with real and virtual experiments (Virtual Laboratory of Heat SEP) in students of the 5th Grade of Primary School. From the data analysis, the usefulness of graphical representations with explicit teaching in students' understanding of the topic emerges. Smartphones prove to be useful in a complementary way in introducing graphical representations in teaching boiling in primary school.

Λέξεις κλειδιά: διερευνητική προσέγγιση, γραφικές παραστάσεις σε πραγματικό χρόνο, κινητή μάθηση, φυσικές επιστήμες

Key words: inquiry-based learning, real-time graphic, mobile learning, science education

1. Εισαγωγή

Οι Ψηφιακές Τεχνολογίες (ΨΤ) χρησιμοποιούνται συχνά στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ), καθώς έχουν πολλές δυνατότητες για τη βελτίωση της διδασκαλίας και μάθησης εννοιολογικής και διαδικαστικής γνώσης (Ψύλλος, 2021). Σε συνθήκες, όπου ο πρακτικός πειραματισμός δεν είναι εφικτός μπορεί να αντικατασταθεί από τον εικονικό πειραματισμό ή να γίνει συνδυασμός πραγματικών και εικονικών στοιχείων. Χρήσιμο και ευέλικτο εργαλείο για την ενίσχυση της διδασκαλίας αποτελεί η αξιοποίηση των κινητών συσκευών στην εκπαίδευση, που εισήχθη ως «Κινητή Μάθηση» (Mobile Learning ή m-learning) (Furio et al., 2015).

Η επιτυχής ένταξη των ΨΤ σε σύγχρονο παιδαγωγικό πλαίσιο συνήθως βασίζεται σε προσεγγίσεις, όπως η εποικοδομητική και η Διερευνητική Προσέγγιση. Για τους σκοπούς της πιλοτικής διδασκαλίας που ακολουθεί, επιλέχθηκε η Διερευνητική Προσέγγιση (Inquiry-based teaching and learning), καθώς επιτρέπει στους μαθητές να συμμετάσχουν σε ερευνητικές διαδικασίες και να μάθουν διερευνώντας οι ίδιοι τα μαθησιακά αντικείμενα. Η Κινητή Μάθηση μπορεί να συνεισφέρει στη μαθησιακή διερευνητική διαδικασία (Furio et al., 2015), στην οποία μπορεί επίσης να συμβάλει η διδακτική στρατηγική της Διαδραστικής Επίδειξης (Interactive Demonstration ή Interactive Lecture Demonstration, ILD), βασισμένη στην εκτέλεση ενός πειράματος επίδειξης με την ενεργή εμπλοκή των μαθητών.

Στη Διερευνητική Προσέγγιση, διακρίνονται η υπόρρητη και η ρητή μάθηση. Στην υπόρρητη μάθηση, οι μαθητές εμπλέκονται χωρίς να έχουν γνώση των στόχων του μαθήματος, ενώ στη ρητή μάθηση γνωρίζουν τους στόχους και τους κανόνες και αναστοχάζονται. Η αναστοχαστική διαδικασία είναι κεντρική στη ρητή μάθηση και η διδασκαλία εστιάζει στο πώς οι μαθητές θα αποκτήσουν γνώσεις (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000).

Η χρήση γραφικών παραστάσεων στη διδασκαλία των ΦΕ επιτρέπει στους μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες που αντικατοπτρίζουν τις πρακτικές της επιστημονικής έρευνας (Shah & Hoeffner, 2002). Παρά τη χρήση των γραφικών παραστάσεων στη διδασκαλία των ΦΕ, οι μαθητές συχνά δυσκολεύονται να αντλήσουν δεδομένα ή να ερμηνεύσουν σωστά τις πληροφορίες που παρέχονται από μια γραφική παράσταση, κυρίως λόγω των οπτικών χαρακτηριστικών της (Shah & Hoeffner, 2002). Ως αποτέλεσμα, πολλοί μαθητές ενδέχεται να δυσκολεύονται να εξάγουν συμπεράσματα από τις γραφικές παραστάσεις.

Το Γράφημα σε Πραγματικό Χρόνο (Real-time graphic) αποτελεί ένα εργαλείο που μπορεί να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να αντιμετωπίσουν τέτοιες προκλήσεις (Cicero & Spagnolo, 2009). Η αυτόματη δημιουργία γραφικών παραστάσεων κατά τη διάρκεια ενός πειράματος αποτελεί μια αποτελεσματική προσέγγιση για την άμεση σύνδεση του φαινομένου με την αναπαράσταση και τη μαθηματική αναπαράσταση. Ωστόσο, δεν έχει διερευνηθεί συστηματικά στο Δημοτικό.

Πεδίο εφαρμογής στην εργασία αποτέλεσε η θεματική της Θερμότητας. Αν και διδάσκεται στους μαθητές, συναντά και αρκετές από τις εναλλακτικές αντιλήψεις τους. Σκοπός της πιλοτικής διδασκαλίας είναι η εξοικείωση των μαθητών με την εισαγωγή δεδομένων στο περιβάλλον του SPARKvue, η σύνδεση δεδομένων με την αντίστοιχη γραφική παράσταση μέσω του Real-time graphic και η δημιουργία γραφικής παράστασης με βάση σχετικό πίνακα δεδομένων.

Μελετάται, αν η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διδασκαλία της Φυσικής, έχει προστιθέμενη αξία στη δημιουργία και την ερμηνεία γραφικών παραστάσεων με δεδομένο, ότι οι γραφικές παραστάσεις δεν αποτελούν αντικείμενο διδασκαλίας στη Δημοτική Εκπαίδευση. Τα ερευνητικά ερωτήματα διατυπώνονται ως εξής: (1) Μπορούν οι μαθητές να δημιουργήσουν γραφική παράσταση, αντλώντας τα δεδομένα από σχετικό πίνακα, όταν δεν έχει προηγηθεί διδασκαλία; (2) Ποια είναι η επίδραση της αξιοποίησης των smartphones στο πλαίσιο της διαδραστικής επίδειξης; (Υπόρρητη διδασκαλία) (3) Μπορούν οι μαθητές να δημιουργήσουν γραφική παράσταση, όταν έχει προηγηθεί σχετική διδασκαλία (Ρητή διδασκαλία), χωρίς να έχουν πρόσβαση σε Real-time graphic;

2. Μεθοδολογία

Η μελέτη εστίασε στο φαινόμενο του βρασμού, με βάση τη θεματική ενότητα της Θερμότητας, σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών για το Δημοτικό Σχολείο. Η διδασκαλία πραγματοποιήθηκε σε βολικό δείγμα στη ΣΤ' Δημοτικού, με 14 μαθητές, κατά το σχολικό έτος 2022-2023, σε Δημοτικό Σχολείο της Ανατολικής Θεσσαλονίκης. Οι μαθητές είχαν προηγουμένως διδαχθεί το φαινόμενο του βρασμού στην Ε' Δημοτικού. Η διάρκεια του μαθήματος ήταν έξι (6) διδακτικές ώρες. Η διδασκαλία υλοποιήθηκε με τη διδακτική προσέγγιση της διερεύνησης. Κατά τη διδασκαλία αξιοποιήθηκε η εφαρμογή SPARKvue για τη δημιουργία γραφικών παραστάσεων συνδυαστικά με χρήση πειράματος διαδραστικής επίδειξης και εικονικών πειραμάτων μέσω του Εικονικού Εργαστηρίου Θερμότητας ΣΕΠ. Για την εκτέλεση του ΣΕΠ χρησιμοποιήθηκαν φορητοί υπολογιστές, καθώς δεν υποστηριζόταν σε συσκευές android, και οι μαθητές χωρίστηκαν σε τέσσερις (4) ομάδες.

Αρχικά, δόθηκε στους μαθητές το **pre-test**, το οποίο, όπως και το post-test, περιλάμβανε δύο Έργα. Στο Πρώτο Έργο ζητήθηκε από τους μαθητές να σχεδιάσουν με μια γραμμή την απόσταση που διένυσε ένα αυτοκίνητο σε σχέση με τον χρόνο, αντλώντας δεδομένα από τον σχετικό πίνακα δεδομένων. Όμοια και στο Δεύτερο Έργο, τούς ζητήθηκε να σχεδιάσουν με μια γραμμή τη θερμοκρασία ενός ζωμού λαχανικών σε σχέση με τον χρόνο. Αυτό κρίθηκε σκόπιμο, καθώς παρά την έλλειψη προηγούμενης εμπειρίας στη δημιουργία γραφικών παραστάσεων, θεωρήθηκε ότι οι μαθητές έχουν τις δεξιότητες να διαβάζουν πίνακες δεδομένων από τα σχολικά εγχειρίδια. Ακολούθησε η *Φάση Εξοικείωσης με το SPARKvue*. Εδώ οι μαθητές χρησιμοποίησαν για πρώτη φορά τα κινητά τους, προκειμένου να εισαχθούν στην εφαρμογή. Δόθηκε σχετικό Φύλλο Εξοικείωσης, το οποίο εξηγούσε αναλυτικά τα βήματα που θα ακολουθούσαν. Όταν άρχισαν να καταχωρούν τιμές στον πίνακα δεδομένων, έβλεπαν δίπλα να σχηματίζεται αυτόματα η αντίστοιχη γραφική παράσταση. Στην αρχή, χρειάζονταν διαρκή καθοδήγηση, για να εξοικειωθούν με το περιβάλλον. Στην πορεία, ορισμένοι προχωρούσαν και σε επόμενα βήματα χωρίς καθοδήγηση.

Κατά την *Υπόρρητη διδασκαλία*, εκτελέστηκε Πείραμα Διαδραστικής Επίδειξης (Βρασμός νερού) από την εκπαιδευτικό και εκεί αναδείχθηκαν πολλές εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών. Για παράδειγμα, οι μαθητές παρατήρησαν ότι μειώθηκε η στάθμη του νερού κατά τη διάρκεια του βρασμού και με καθοδηγούμενη συζήτηση απάντησαν στο «τι έγινε το υπόλοιπο νερό;» με λέξεις όπως «εξατμίστηκε». Ακολούθησε Εικονικό Πείραμα στο ΣΕΠ (Βρασμός Γάλακτος), το οποίο εκτέλεσαν οι μαθητές. Στη διάρκεια και των δύο πειραμάτων, οι μαθητές κατέγραφαν τα δεδομένα στο Φύλλο Εργασίας και στο SPARKvue, όπου έβλεπαν αυτόματα την αναπαράσταση των τιμών σε γραφική παράσταση.

Στη συνέχεια, δόθηκε το **Ενδιάμεσο Φύλλο Αξιολόγησης**, που περιλάμβανε μόνο το Πρώτο Έργο, για να καταγραφούν οι αντιλήψεις των μαθητών στη δημιουργία γραφικής παράστασης, κατά την υπόρρητη διδασκαλία, πριν δηλαδή διδαχθούν οτιδήποτε σχετικό. Ακολούθησε *Ρητή διδασκαλία* κατά την οποία οι μαθητές εκτελούσαν Εικονικό Πείραμα στο ΣΕΠ (Βρασμός αλατόνερου) και ανά ομάδα ανακοίνωναν τις τιμές στην ολομέλεια. Η εκπαιδευτικός κατέγραφε τις τιμές στον πίνακα της τάξης συμπληρώνοντας τον σχετικό πίνακα δεδομένων και τη γραφική παράσταση αποσαφηνίζοντας όλα τα κρίσιμα σημεία. Κατόπιν, οι μαθητές εκτέλεσαν Εικονικό Πείραμα στο ΣΕΠ (Βρασμός Λαδιού). Αυτή τη φορά επιλέχθηκε σκόπιμα να μη γίνει χρήση του SPARKvue και οι μαθητές να καταγράψουν τις απαντήσεις τους μόνο στο Φύλλο Εργασίας.

Μετά τη διδασκαλία, οι μαθητές συμπλήρωσαν το **post-test**.

3. Αποτελέσματα

Οι απαντήσεις των μαθητών κατατάχθηκαν σε τρεις κατηγορίες: ανεπαρκής (1), μέτρια (2) και πολύ καλή (3) απόδοση της γραφικής παράστασης.

Κατά το pre-test, τόσο στο Πρώτο Έργο [1 (Καθόλου καλή απόδοση γραφικής παράστασης): 9 μαθητές, 2 (Μέτρια απόδοση γραφικής παράστασης)= 5 μαθητές, 3 (Πολύ καλή απόδοση γραφικής παράστασης): 0 μαθητές], όσο και στο Δεύτερο Έργο [1: 6 μαθητές, 2 = 8 μαθητές] οι μαθητές εμφάνισαν δυσκολίες στον σχεδιασμό γραφικών παραστάσεων, χωρίς να λαμβάνουν υπόψη τα δεδομένα του πίνακα, γεγονός που ενδεχομένως να συνδέεται και με δυσκολία στην ανάγνωση του πίνακα.

Όταν δόθηκε το Ενδιάμεσο Φύλλο Αξιολόγησης, παρατηρήθηκε ότι βελτιώθηκε η απόδοση ορισμένων μαθητών από ανεπαρκής σε μέτρια. Το Real-time graphic μέσω του SPARKvue τούς βοήθησε ως έναν βαθμό στη δημιουργία γραφικής παράστασης [1: 4 μαθητές, 2 = 9 μαθητές, 3: 1 μαθητής].

Τέλος, στο post-test, που δόθηκε μετά τη ρητή διδασκαλία των γραφικών παραστάσεων, τόσο στο Πρώτο Έργο [1: 2 μαθητές, 2 = 2 μαθητές, 3: 10 μαθητές], όσο και στο Δεύτερο Έργο [1: 3 μαθητές, 2 = 2 μαθητές, 3: 9 μαθητές], οι μαθητές φάνηκε ότι εξοικειώθηκαν με τη δημιουργία γραφικής παράστασης και ενέταξαν πολλά από τα στοιχεία, που μόλις είχαν διδαχθεί. Αυτό προκύπτει και από την απόδοση της γραφικής παράστασης στο Φύλλο Εργασίας (Πείραμα ΣΕΠ - Λάδι), χωρίς να έχουν πρόσβαση στο Real-time graphic του SPARKvue.

4. Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, η παιδαγωγική αξιοποίηση των smartphones στη διδασκαλία του βρασμού στο Δημοτικό σχολείο προκύπτει με τρόπο συμπληρωματικό. Το Real-time graphic θεωρούμε ότι συμβάλλει, ώστε οι μαθητές να είναι σε θέση να δημιουργήσουν γραφική παράσταση μέσω της υπόρρητης διδασκαλίας. Αυτό το εύρημα, συμφωνεί με την άποψη ότι μέσω της σταδιακής καθοδήγησης των μαθητών με κατάλληλες σκαλωσιές μάθησης (scaffolds), παρατηρούνται θετικά αποτελέσματα και, επιπλέον, ότι οι ΨΤ παρέχουν σκαλωσιές πολλών ειδών, που μπορεί να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην υποστήριξη της αποτελεσματικής διερευνητικής μάθησης (Ψύλλος, 2021). Ωστόσο, για τη δημιουργία και ερμηνεία γραφικών παραστάσεων με ακρίβεια η ρητή διδασκαλία παρέχει στους μαθητές περισσότερα στοιχεία. Επιβεβαιώνεται, λοιπόν, αυτό που προκύπτει από τη βιβλιογραφία, ότι η ρητή διδασκαλία είναι πιο αποτελεσματική από την υπόρρητη (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000), καθώς ενίσχυσε την εξοικείωση των μαθητών με όλες τις απαραίτητες λεπτομέρειες και τα δομικά στοιχεία μιας γραφικής παράστασης, επιτρέποντάς τους να την κατασκευάσουν με ορθό τρόπο. Χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση, για να διαπιστωθεί εάν η παραπάνω εξοικείωση δύναται να εμπεδωθεί και ως κατανόηση των μαθητών.

5. Βιβλιογραφία

Ψύλλος, Δ. (2021). Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Ψηφιακές Τεχνολογίες: Όψεις και Μετασχηματισμοί. Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές επιστήμες και την Τεχνολογία. ΕΝΕΦΕΤ 1(1), 191-212. https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/RiSTE/issue/view/1632/489

Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International journal of science education*, *22*(7), 665-701. https://doi.org/10.1080/095006900050044044

Cicero, M. L. L., & Spagnolo, F. (2009). Motion sensor: a learning tool for reading and understanding function graphs. *Quaderni di Ricerca in Didattica (Matematica), 19*(4). 122-132. https://sites.unipa.it/grim/TSG24_ICMI11_Locieceo&Spagnolo_QRDM_Supl4_09.pdf

Furió, D., Juan, M. C., Seguí, I., & Vivó, R. (2015). Mobile learning vs. traditional classroom lessons: a comparative study. *Journal of Computer Assisted Learning*, *31*(3), 189-201. https://doi.org/10.1111/jcal.12071

Shah, P., & Hoeffner, J. (2002). Review of graph comprehension research: Implications forinstruction. *Educational psychology review*, *14*, 47-69. https://doi.org/10.1023/A:1013180410169

Οι Στάσεις των Εκπαιδευτικών ΠΕ04 για τη Χρήση Προσομοιώσεων στην Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Χρυσάνθη Γίδαρη Γουναρίδου, Ιωάννης Λεύκος
Τμήμα Εκπαιδευτικής & Κοινωνικής Πολιτικής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

Περίληψη

Τόσο σε παγκόσμιο επίπεδο όσο και στην Ελλάδα προκαλεί έντονη συζήτηση η ενσωμάτωση των ψηφιακών μέσων στην εκπαιδευτική διαδικασία και πρακτική. Ειδικότερα για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες, ένα από τα κυρίαρχα ψηφιακά μέσα είναι οι προσομοιώσεις. Στην παρούσα εργασία διερευνώνται οι στάσεις και οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ως προς τη χρήση των προσομοιώσεων στην διδασκαλία και μάθηση των φυσικών επιστημών, δίνοντας έμφαση και στους επιμέρους αρνητικούς ή θετικούς παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν την κρίση των εκπαιδευτικών ως προς την ενσωμάτωση των προσομοιώσεων.

Abstract

Integrating digital technologies into the daily educational process and practice is causing intense discussion globally and in Greece. One of the most powerful digital tools, specifically for science education, is simulations. This paper investigates the attitudes and perceptions of secondary school teachers regarding the use of simulations in the teaching and learning of natural sciences, probing the individual factors, positive or negative, that may influence their decisions regarding the integration of simulations in their teaching.

Λέξεις κλειδιά: φυσικές επιστήμες, προσομοιώσεις, στάσεις εκπαιδευτικών
Key words: natural sciences, simulations, teachers' attitudes

1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια η εκπαιδευτική πολιτική στην Ελλάδα, επενδύει στην επιμόρφωση των εκπαιδευτικών ως προς τις ΤΠΕ και την ενσωμάτωσή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία (Επιμόρφωση Β' Επιπέδου ΤΠΕ). Η ενσωμάτωση και χρήση των προσομοιώσεων (PhET, Φωτόδεντρο) στο πρόγραμμα σπουδών των φυσικών επιστημών αποτελεί μέρος αυτής της στρατηγικής.

Σε παγκόσμιο επίπεδο η εκπαιδευτική κοινότητα φαίνεται να αναγνωρίζει τις δυνατότητες της εκπαίδευσης με χρήση προσομοιώσεων και τα οφέλη που μπορεί να έχει τόσο σε εκπαιδευτικούς όσο και σε μαθητές (Ben Ouahi et al., 2022). Η χρήση των προσομοιώσεων στην διδασκαλία και τη μάθηση μπορεί να βελτιώσει την εννοιολογική κατανόηση διαφόρων επιστημονικών θεμάτων από τους μαθητές, καθώς τους βοηθά να οπτικοποιήσουν αφηρημένες επιστημονικές έννοιες (Jimoyiannis & Komis, 2007· Wieman et al., 2010· Ψύλλος, 2021). Επιπλέον, οι έρευνες έχουν δείξει ότι η χρήση προσομοιώσεων συνέβαλε στην αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για το μάθημα, αλλά και στην βελτίωση της ακαδημαϊκής τους επίδοσης, ενώ επιπρόσθετα παρατηρήθηκε ότι συνέβαλλε και στην θετικότερη στάση αυτών ως προς την επιστήμη (Chen & Howard, 2010 · Perkins et al., 2014).

Ειδικότερα στην Ελλάδα, οι κινήσεις της ελληνικής εκπαιδευτικής πολιτικής φαίνεται να τείνουν στην προώθηση της χρήσης των προσομοιώσεων, καθώς στις οδηγίες του Υπουργείου

Παιδείας για την διδασκαλία των μαθημάτων των θετικών επιστημών, προτείνεται σαν υποστηρικτικό υλικό η χρήση τους, για την ενίσχυση της κατανόησης των εννοιών και φαινομένων από τους μαθητές (Υπουργική απόφαση 4609/Γ2, 2014). Αντίστοιχη προώθηση γίνεται και μέσω των επιμορφώσεων Β επιπέδου στις ΤΠΕ, ειδικότερα για τις ειδικότητες του κλάδου ΠΕ04. Επιπλέον, είναι αρκετοί οι εκπαιδευτικοί που κυρίως τα τελευταία χρόνια λόγω της πανδημίας και της αναγκαστικής εξ αποστάσεως διδασκαλίας, θέλησαν να αξιοποιήσουν τις ψηφιακές αυτές εφαρμογές.

Ωστόσο, παρά τα θετικά αποτελέσματα ερευνών ως προς τα οφέλη της ενσωμάτωσης των προσομοιώσεων στη διδασκαλία, σε πρακτικό επίπεδο η χρήση τους στην τάξη των φυσικών επιστημών, φαίνεται ότι αντιμετωπίζει δυσκολίες (Guzey & Roehrig, 2009). Ως εμπόδια στην αξιοποίηση των ΤΠΕ αναφέρονται κυρίως ο ελλιπής εξοπλισμός του σχολείου, η μη εξοικείωση των εκπαιδευτικών με τον υπολογιστή και η ελλιπής επιμόρφωση και κατάρτιση τους στα συγκεκριμένα ψηφιακά εργαλεία, όπως επίσης ο χρόνος που χρειάζεται για να οργανωθεί ένα μάθημα, αλλά και ο περιορισμένος χρόνος σε συνδυασμό με το μέγεθος της ύλης που πρέπει να καλυφθεί (Bo et al., 2018· Κωστάκη & Καλογιαννάκης, 2019· Πουλτσάκης και συν., 2022).

Επομένως παρατηρείται μια ασυμφωνία μεταξύ των ερευνητικών δεδομένων και της εκπαιδευτικής πολιτικής από τη μια μεριά, και της εκπαιδευτικής πρακτικής από την άλλη. Ωστόσο, η κατάσταση φαίνεται πως δεν έχει ακόμη διαμορφωθεί, καθώς νέοι παράγοντες, όπως οι συνεχείς επιμορφώσεις που προσφέρονται στην εκπαιδευτική κοινότητα, η εξέλιξη της τεχνολογίας και ο υλικοτεχνικός εξοπλισμός των σχολείων που γίνονται συνεχώς προσπάθειες για να αναβαθμιστεί, μπορεί να την επηρεάσουν. Κατά συνέπεια έχει ενδιαφέρον να καταγραφεί η σημερινή πραγματικότητα. Επιπλέον οι έρευνες που αναφέραμε παραπάνω (Κωστάκη & Καλογιαννάκης, 2019· Πουλτσάκης και συν., 2022) διερεύνησαν τις στάσεις εκπαιδευτικών ανεξαρτήτου ειδικότητας, ή σε άλλε χώρες ((Bo et al., 2018).

Στην παρούσα εργασία διερευνώνται οι στάσεις των εκπαιδευτικών ΠΕ04 ως προς τη χρήση των προσομοιώσεων στην διδασκαλία και μάθηση των φυσικών επιστημών. Ειδικότερα μελετώνται οι αποτρεπτικοί παράγοντες, αλλά και τα κίνητρα ενσωμάτωσης των προσομοιώσεων στην εκπαιδευτική πρακτική. Πρόκειται για μια εργασία υπό εξέλιξη, στο πλαίσιο Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών.

2. Μεθοδολογία

Για την ανάδειξη των σημαντικότερων παραγόντων που συμβάλλουν στην διαμόρφωση των στάσεων των εκπαιδευτικών της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που διδάσκουν ΦΕ ως προς τη χρήση προσομοιώσεων, επιχειρήθηκε διερεύνηση μέσω μικτών μεθόδων έρευνας καθώς οι στάσεις αποτελούν μια πολυπαραγοντική μεταβλητή (Κωστάκη & Καλογιαννάκης, 2019). Συγκεκριμένα, υλοποιήθηκε έρευνα μέσω του σχεδιασμού της Επεξήγησης (explanatory methods research design) (Creswell, 2011). Σε πρώτο στάδιο έγινε η συλλογή ποσοτικών δεδομένων με τη χρήση του ερωτηματολογίου, ενώ σε δεύτερο στάδιο θα ληφθούν ποιοτικά δεδομένα μέσω ενός περιορισμένου αριθμού ημιδομημένων συνεντεύξεων.

Δείγμα - Ερευνητικό εργαλείο

Για συλλογή των ποιοτικών δεδομένων, δημιουργήθηκε ένα ερευνητικό εργαλείο το οποίο βασίστηκε στο ερωτηματολόγιο των Κωστάκη και Καλογιαννάκη (2019), αφού τροποποιήθηκε κατάλληλα. Το ερωτηματολόγιο αποτελείται κυρίως από ερωτήσεις κλειστού τύπου, αλλά περιλαμβάνει και μερικές ερωτήσεις ανοικτού τύπου, π.χ. «θα/δε θα εξακολουθούσα να χρησιμοποιώ προσομοιώσεις για τις ΦΕ επειδή…», στις οποίες η απάντηση δεν ήταν υποχρεωτική.

Το δείγμα αποτέλεσαν 139 εκπαιδευτικοί ειδικότητας ΠΕ04, Φυσικοί (ΠΕ04.01) σε ποσοστό 37,4%, Χημικοί (ΠΕ04.02) σε ποσοστό 38,1%, Βιολόγοι (ΠΕ04.04) σε ποσοστό 15,1% και Γεωλόγοι (ΠΕ04.05) σε ποσοστό 9,4% και οι παράγοντες που μελετήθηκαν, προκειμένου να διερευνηθεί η επίδρασή τους στην διαμόρφωση των στάσεων απέναντι στις προσομοιώσεις, οργανώθηκαν σε επιμέρους τομείς (Πίνακας 1). Η δειγματοληψία χαρακτηρίζεται «βολική», καθώς το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε με εθελοντική συμμετοχή, αφού κοινοποιήθηκε σε μέσα κοινωνικής δικτύωσης.

Πίνακας 1. Παράγοντες διαμόρφωσης στάσης εκπαιδευτικών στις προσομοιώσεις

Δημογραφικοί	Φύλο, ηλικία σε έτη, σπουδές, ειδικότητα, προϋπηρεσία σε έτη, επιμόρφωση στις ΤΠΕ, περιοχή σχολείου, τάξη διδασκαλίας, μαθήματα διδασκαλίας.
Τεχνολογικοί	Διαθέσιμα τεχνολογικά μέσα του σχολείου, γνώση της ύπαρξης προσομοιώσεων.
Τεχνικά χαρακτηριστικά προσομοιώσεων	Επαναχρησιμοποίηση, διαλειτουργικότητα, προσαρμοστικότητα, προσβασιμότητα, αναλυτικότητα, διαδραστικότητα.
Εκπαιδευτικοί	Εμπλοκή μαθητών, διαδραστικότητα, ενεργοποίηση ενδιαφέροντος, καταλληλόλητα προσομοίωσης.
Διδακτικοί	Συμβατότητα με το ΑΠΣ, κατανόηση εννοιών.

3. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα που αναφέρονται στην παρούσα εργασία είναι ενδεικτικά και πρώιμα, καθώς η επεξεργασία των απαντήσεων είναι υπό εξέλιξη.

Από τα ποσοτικά δεδομένα και ειδικότερα τα δημογραφικά στοιχεία που συλλέχθηκαν, προκύπτει ότι η πλειονότητα των συμμετεχόντων έχουν λάβει επιμόρφωση στις ΤΠΕ (57,6% επιμόρφωση επιπέδου Β'). Επιπλέον, αναφέρθηκαν σημαντικές ελλείψεις υλικοτεχνικών υποδομών στα σχολεία των συμμετεχόντων.

Από τα ποιοτικά δεδομένα που συλλέχθηκαν από τις προαιρετικές ερωτήσεις ανοικτού τύπου του ερωτηματολογίου, προκύπτει ότι η συντριπτική πλειοψηφία των εκπαιδευτικών διατυπώνει θετική πρόθεση περαιτέρω χρήσης των προσομοιώσεων, ενώ από την άλλη πλευρά υπάρχουν και κάποιοι λίγοι εκπαιδευτικοί που δεν επιθυμούν να συνεχίσουν τη χρήση προσομοιώσεων στις ΦΕ ή δεν τις έχουν χρησιμοποιήσει ποτέ. Οι εκπαιδευτικοί που δήλωσαν θετική πρόθεση, ανέφεραν ότι οι προσομοιώσεις είναι ένα σημαντικό επικουρικό εργαλείο καθώς κάνουν τη διδασκαλία τους πιο ευχάριστη, ενεργοποιούν το ενδιαφέρον των μαθητών τους, βοηθάνε στην κατανόηση εννοιών, παρέχουν πολλούς τρόπους παρουσίασης της πληροφορίας. Ακόμα, στην ερώτηση για την χρήση αποθετηρίων πέρα από το φωτόδεντρο και το Phet, μολονότι απάντησε μόνο ένα μέρος των συμμετεχόντων, το 46% αυτών πρότεινε το Seilias, ενώ οι υπόλοιποι ανέφεραν σποραδικά μεμονωμένα διάφορα αποθετήρια. Αντίθετα, οι εκπαιδευτικοί οι οποίοι δήλωσαν ότι δε θα χρησιμοποιούσαν τις προσομοιώσεις ανέφεραν σαν αποτρεπτικό παράγοντα την «υπεροχή» των συμβατικών πειραμάτων στο εργαστήριο και την συμβολή τους στην διαδικασία της μάθησης, καθώς και την διαδικασία που απαιτείται σε συνδυασμό με την έλλειψη χρόνου και για ενασχόληση με τις προσομοιώσεις.

4. Συμπεράσματα

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω αναφερθέντα αποτελέσματα, παρά το ότι οι εκπαιδευτικοί αναφέρουν υλικοτεχνικές ελλείψεις στα σχολεία, για τους περισσότερους αυτό δεν φαίνεται να έχει αρνητική επίδραση στην στάση τους απέναντι στην χρήση των προσομοιώσεων. Αντίστοιχη αναφορά γίνεται και σε άλλες έρευνες, στις οποίες αναφέρεται ως εμπόδιο για την εφαρμογή προσομοιώσεων στη διδασκαλία (Κωστάκη & Καλογιαννάκης, 2019· Πουλτσάκης και συν., 2022· Ben Ouahi et al., 2022).

Από την άλλη μεριά φαίνεται ότι κάποιοι λίγοι εκπαιδευτικοί δεν έχουν ακόμα πειστεί για την σημασία των προσομοιώσεων στην διδασκαλία των φυσικών επιστημών και τους τρόπους με τους οποίους θα μπορούσαν να τις αξιοποιήσουν, ώστε να έχουν το μέγιστο όφελος για τους μαθητές τους. Τα αποτελέσματα αυτά θα μπορούσαν να αποδοθούν στη στοχευμένη επιμόρφωση που προσφέρεται στο Β' επίπεδο, αλλά και στην αναγκαιότητα που προέκυψε κατά την αναγκαστική εξ αποστάσεως εκπαίδευση, καθώς η εξοικείωση με τις τεχνολογίες είναι ένας από τους παράγοντες για την υιοθέτησή τους, όπως έχει τονιστεί και από άλλους ερευνητές (Alvarenga et al., 2017· Κωστάκη & Καλογιαννάκης, 2019· Πουλτσάκης και συν., 2022· Ben Ouahi et al., 2022).

Σε επόμενο στάδιο της επεξεργασίας, θα επιχειρηθεί να διερευνηθεί ο συσχετισμός μεταξύ των δημογραφικών και τεχνολογικών παραγόντων και των στάσεων των εκπαιδευτικών και θα διεξαχθούν οι ατομικές συνεντεύξεις.

5. Βιβλιογραφία

Κωστάκη, & Καλογιαννάκης (2019). Στάσεις Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Απέναντι στα Ψηφιακά Μαθησιακά Αντικείμενα για τις Φυσικές Επιστήμες - Το Παράδειγμα του Φωτόδεντρου. Διεθνές Συνέδριο για την Ανοικτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, *10*, 1-15. https://doi.org/10.12681/icodl.2151

Πουλτσάκης, Σ., Καλογιαννάκης, Μ., Παπαδάκης, Σ., & Ψυχάρης, Σ. (2022). Η διαχείριση των Ψηφιακών Μαθησιακών Αντικειμένων των Φυσικών Επιστημών και των Ψηφιακών Εργαλείων Προσομοίωσης πειραμάτων από τους εκπαιδευτικούς. *Διεθνές Συνέδριο για την Ανοικτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση*, *11*(5Α), 1-19. https://doi.org/10.12681/icodl.3299

Υπουργική Απόφαση Αριθμ. 4609/Γ2 (2014). Έγκριση Προγραμμάτων Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης για την Πιλοτική τους Εφαρμογή του επιστημονικού πεδίου Φυσικές Επιστήμες. *Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Εθνικό Τυπογραφείο. 2014. Τεύχος 2, Αρ. Φύλλου 97*, 1073-1228. Ανακτήθηκε στις 10/3/24 Απριλίου από: Υπουργική Απόφαση για Φυσικές Επιστήμες Γυμνασίου.pdf (ebooks.edu.gr) http://ebooks.edu.gr/ebooks/v2/ps.jsp)

Ψύλλος, Δ. (2021). Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Ψηφιακές Τεχνολογίες: Όψεις και Μετασχηματισμοί. *Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία, 1*(1), 191-212. https://doi.org/10.12681/riste.27276

Alvarenga, C. E. A., Ginestié, J., & Brandt-Pomares, P. (2016). How and why Brazilian and French teachers use learning objects. Education and Information Technologies, 22(5), 1973–2000. https://doi:10.1007/s10639-016-9523-8

Ben Ouahi, M., Lamri, D., Hassouni, T., & Al Ibrahmi, E. M. (2022). Science teachers' views on the use and effectiveness of interactive simulations in science teaching and learning. *International Journal of Instruction*, *15*(1), 277-292.

Bo, W.V., Fulmer, G.W., Lee, C.KE., & Chen V.DT. (2018) How Do Secondary Science Teachers Perceive the Use of Interactive Simulations? The Affordance in Singapore Context. *J Sci Educ Technol,* 27**,** 550–565. https://doi.org/10.1007/s10956-018-9744-2

Chen, C.-H., & Howard, B. (2010). Effect of live simulation on middle school students' attitudes and learning toward science. *Educational Technology & Society, 13(1)*, 133–139.

Creswell, J. W. (2011). *Η έρευνα στην εκπαίδευση: Σχεδιασμός, διεξαγωγή και αξιολόγηση της ποσοτικής και ποιοτικής έρευνας* (Επιμέλεια Χ. Τζορμπατζούδης). Αθήνα: Ίων.

Guzey, S. S., & Roehrig, G. H. (2009). Teaching science with technology: Case studies of science teachers' development of technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 9(1)*, 25–45

Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2007). Examining teachers' beliefs about ICT in education: implications of a teacher preparation programme. Teacher Development: An international journal of teachers' professional development. *11*(2), 149-173. https://doi.org/10.1080/13664530701414779

Perkins, K. Moore, E. & Chasteen, S. (2014). Examining the Use of PhET interactive simulations in US College and high school classrooms, Conference: 2014 Physics Education Research Conference, 207-210. https://doi.org/10.1119/perc. pr.048

Wieman, C., Adams, W., Loeblein, P. & Perkins, K. (2010). Teaching Physics Using PhET Simulations.*The Physics Teache,48*, 225-227. https://doi.org/10.1119/1.3361987

Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών και των μαθητών της υποχρεωτικής εκπαίδευσης για την Αειφορική Διατροφή

Πασχάλης Θεοδώρου, Πηνελόπη Παπαδοπούλου
Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Το αντικείμενο της έρευνας είναι η διερεύνηση αντιλήψεων τόσο εκπαιδευτικών όσο και μαθητών υποχρεωτικής εκπαίδευσης για την αειφορική διατροφή. Αναλυτικότερα στόχος είναι να καταγραφούν οι αντιλήψεις και οι ιδέες των εκπαιδευτικών και των παιδιών για ζητήματα όπως είναι η υγιεινή διατροφή, ο κύκλος ζωής των τροφίμων, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της διατροφής, η υπερκατανάλωση και σπατάλη των τροφίμων. Για την καταγραφή των απόψεων των εκπαιδευτικών χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο κλειστών και ανοιχτών ερωτήσεων, ενώ για την καταγραφή των ιδεών των μαθητών αξιοποιήθηκε η ημιδομημένη συνέντευξη. Η έρευνα βρίσκεται στη φάση συλλογής των δεδομένων. Στη συνέχεια, θα επιχειρηθεί η ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των δεδομένων αυτών για να αναδειχθεί ο τύπος/είδος των ιδεών τόσο των εκπαιδευτικών, όσο και των μαθητών/ριων, αλλά και οι κατηγορίες τους, καθώς επίσης και η συχνότητα εμφάνισης τους στο δείγμα.

Abstract

The object of the research is to investigate the perceptions of both teachers and students of compulsory education on sustainable nutrition. More specifically, the aim is to record the perceptions and ideas of teachers and children on issues such as healthy eating, the food life cycle, the environmental impact of food, overconsumption and waste of food. A closed and open-ended questionnaire was used to record teachers' views, while semi-structured interview was utilized to record students' ideas. The research is currently in the data collection phase. Subsequently, qualitative and quantitative analysis of these data will be attempted to highlight the type/type of ideas of both teachers and students, as well as their categories and their frequency of occurrence in the sample.

Λέξεις κλειδιά: αειφορική διατροφή, εκπαιδευτικοί, μαθητές, περιβαλλοντικές επιπτώσεις, σπατάλη τροφίμων

Key words: environmental impact, food waste, students, sustainable nutrition, teachers

1. Εισαγωγή

Η αειφόρος ανάπτυξη είναι ένας εναλλακτικός όρος της βιώσιμης ανάπτυξης. Ωστόσο, παρά τη διάδοσή της και τη μαζική δημοτικότητά της με τα χρόνια, η έννοια εξακολουθεί να φαίνεται ασαφής καθώς πολλοί άνθρωποι συνεχίζουν να κάνουν ερωτήσεις για το νόημα και την ιστορία της, καθώς και για το τι συνεπάγεται για την αναπτυξιακή θεωρία και πρακτική. (Mensah, 2019). Δομικά, η έννοια μπορεί να θεωρηθεί ως μια φράση που αποτελείται από δύο λέξεις, «αειφόρος» και «ανάπτυξη». Εάν ληφθεί κυριολεκτικά, η αειφορική ανάπτυξη θα σήμαινε απλώς «ανάπτυξη που μπορεί να συνεχιστεί είτε επ' αόριστον είτε για τη δεδομένη χρονική περίοδο (Dernbach, 1998, 2003; Lele, 1991, Stoddart, 2011). Ο πιο συχνά αναφερόμενος ορισμός της έννοιας είναι αυτός που προτείνεται από την Έκθεση της Επιτροπής Brundtland (Schaefer & Crane, 2005). Η Έκθεση ορίζει την αειφορική ανάπτυξη ως ανάπτυξη που ανταποκρίνεται στις ανάγκες της τρέχουσας γενιάς χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες.

Η έννοια της αειφορικής διατροφής

Παρά την πρόοδο στην μείωση της παγκόσμιας πείνας, ο κόσμος απέχει πολύ από μια κατάσταση βιώσιμης επισιτιστικής ασφάλειας και διατροφής για όλους. Σχεδόν 800 εκατομμύρια άνθρωποι υποσιτίζονται εδώ και χρόνια, 2 δισεκατομμύρια άνθρωποι υποφέρουν από ανεπάρκεια μικροθρεπτικών συστατικών και 1,9 δισεκατομμύρια άνθρωποι είναι υπέρβαροι ή παχύσαρκοι (FAO 2015, IFPRI 2015). Αυτή η τριπλή επιβάρυνση συμβάλλει σε βλάβες στη σωματική και γνωστική ανάπτυξη του ανθρώπου, στη μειωμένη παραγωγικότητα, στην ευαισθησία σε μολυσματικές και χρόνιες ασθένειες και σε πρόωρους θανάτους (Lim, Flaxman, Danaei et al., 2012). Επίσης, τα συστήματα τροφίμων επηρεάζουν σημαντικά το περιβάλλον. Από την παραγωγή μέχρι την κατανάλωση παράγονται απορρίμματα και μολύνεται το περιβάλλον. Λόγω τον μεταφορών τροφίμων, την σπατάλη τροφίμων, την υπερκατανάλωση τροφίμων και της απόρριψής τους από τους καταναλωτές. Η ύπαρξη ενός βιώσιμου συστήματος τροφίμων μπορεί τελικά να οδηγήσει στην τήρηση μιας «βιώσιμης δίαιτας», ένας όρος που ορίστηκε πριν από πολλά χρόνια από τους Gussow και Clancy (1986) και αργότερα από τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (FAO, 2010).

Στο πλαίσιο που αδρά περιεγράφηκε πριν, σκοπός της μελέτης είναι η διερεύνηση αντιλήψεων τόσο εκπαιδευτικών όσο και μαθητών υποχρεωτικής εκπαίδευσης για την αειφορική διατροφή. Αναλυτικότερα στόχος είναι να καταγραφούν οι αντιλήψεις και οι ιδέες των εκπαιδευτικών και των παιδιών για ζητήματα όπως είναι η υγιεινή διατροφή, ο κύκλος ζωής των τροφίμων, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της διατροφής, η υπερκατανάλωση και σπατάλη των τροφίμων. Στο παρελθόν έχουν γίνει έρευνες σχετικά με θέματα αντιλήψεων εκπαιδευτικών για την διατροφή. Συγκεκριμένα στην Ελλάδα μελετήθηκε το άρθρο για τις αντιλήψεις και τις πρακτικές εκπαιδευτικών για τη βιώσιμη διατροφή στην Κύπρο (Neocleous Maliotou & Liarakou, 2022). Επίσης μελετήθηκε η διπλωματική εργασία με θέμα τις αντιλήψεις, τις γνώσεις και την ετοιμότητα εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία θεμάτων βιώσιμης διατροφής στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (Παπαθανασίου, 2023). Σχετικά με έρευνες που διερευνήθηκαν από το εξωτερικό, εξετάσθηκε ένα άρθρο που αναφερόταν σε φοιτητές εκπαιδευτικούς της βιολογίας και την προσπάθεια τους για διδασκαλία της έννοιας της αειφορικής διατροφής. Συγκεκριμένα το άρθρο των (Weber, Hahn, Fiebelkorn, 2021). Επίσης μελετήθηκε μια έρευνα σχετικά με αντιλήψεις φοιτητών στον Καναδά για τις βιώσιμες διατροφικές συμπεριφορές τους (Mollaei et al., 2023). Κατά την ολοκλήρωση της έρευνας θα ερευνηθούν επιπλέον έρευνες τόσο του εξωτερικού όσο και της Ελλάδας.

2. Μεθοδολογία

Για την διεξαγωγή της έρευνας στους εκπαιδευτικούς χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο ενώ για τους μαθητές χρησιμοποιήθηκαν η ημιδομημένη συνέντευξη και για αυτό το λόγο κατασκευάστηκε οδηγός συνέντευξης. Το ερωτηματολόγιο των εκπαιδευτικών αποτελούνταν από 23 ερωτήσεις, οι οποίες αναπτύχθηκαν γύρω από τους εξής θεματικούς άξονες: 1. Γενικές ερωτήσεις προφίλ ατόμου, 2. Η παραγωγή τροφίμων και ο αντίκτυπος της, στην κλιματική αλλαγή, 3. Είδος διατροφής και προσωπικές επιλογές, 4. Οι ανθρώπινες δίαιτες και οι επιπτώσεις τους στην κλιματική αλλαγή, 5. Ζωική παραγωγή και κλιματική αλλαγή, 6. Υπερκατανάλωση τροφίμων, κατανάλωση τροφίμων εκτός εποχής, η απόρριψη (σπατάλη) τροφίμων και η επίδρασή τους στο περιβάλλον, 7. Σημαντικότητα κύκλου ζωής τροφίμων και η έννοια της αειφορικής διατροφής στην εκπαίδευση. Για τη συλλογή των δεδομένων για τους εκπαιδευτικούς σχεδιάστηκε online εκδοχή του ερωτηματολογίου και στη συνέχεια η επεξεργασία των δεδομένων θα γίνει με το SPSS. Για τους μαθητές χορηγήθηκε ερωτηματολόγιο 11 προφορικών ερωτήσεων και με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού πραγματοποιήθηκε η καταγραφή των απαντήσεων των μαθητών. Οι ερωτήσεις ήταν σχετικά με αντιλήψεις των μαθητών σε θέματα προσωπικής διατροφικής επιλογής, περιβαλλοντικής επίδρασης της διατροφής, κατανάλωσης τροφίμων εκτός εποχής, σπατάλης τροφίμων και κύκλου ζωής τροφίμων. Έπειτα έγινε καταγραφή των απαντήσεων σε ηλεκτρονικό αρχείο κειμένου (Creswell, 2011). Στη συνέχεια η ανάλυση των συνεντεύξεων θα γίνει με ποιοτική ανάλυση περιεχομένου.

Η ποσοτική προσέγγιση που εφαρμόστηκε στην παρούσα έρευνα στην περίπτωση των εκπαιδευτικών αποσκοπούσε στην αποκάλυψη γενικών κανονικοτήτων ή τάσεων, μέσω της διερεύνησης των φαινομένων αυτών σε πλήθος περιπτώσεων. Μέσω της εξέτασης μεγάλου σχετικά αριθμού περιπτώσεων εξισορροπούνται οι ιδιομορφίες των μεμονωμένων περιπτώσεων και, ως εκ τούτου, οι κανονικότητες ή οι τάσεις που προκύπτουν μπορούν να θεωρηθούν ως γενικώς ισχύουσες. Εκείνο, δε, που επιδιώκεται εντέλει είναι ο εμπειρικός έλεγχος προδιατυπωμένων ερευνητικών υποθέσεων, οι οποίες έχουν συναχθεί παραγωγικά από συγκεκριμένα θεωρητικά πλαίσια (Bryman, 1988; Κυριαζή, 2011).

3. Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των δεδομένων που θα προκύψουν τόσο από το ερωτηματολόγιο (εκπαιδευτικοί) όσο και από την συνέντευξη (μαθητές/μαθήτριες) αναμένεται η καταγραφή των αντιλήψεων των δύο αυτών ομάδων σε θέματα αειφορικής διατροφής και στον τρόπο που διδάσκονται στο σχολείο. Συγκεκριμένα σε θέματα υπερκατανάλωσης τροφίμων, απόρριψη τροφίμων, κύκλου ζωής τροφίμων, περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγής και κατανάλωσης τροφίμων, υγεία διατροφής και διδασκαλίας της διατροφής στο σχολείο.

4. Συμπεράσματα

Η έννοια της αειφορικής διατροφής δεν αποτελεί συχνά αντικείμενο διδασκαλίας στην υποχρεωτική εκπαίδευση. Αναμένεται να καταγραφεί στα ευρήματά μας η έλλειψη γνώσεων από τους εκπαιδευτικούς για θέματα που σχετίζονται με την περιβαλλοντική διάσταση της διατροφής ή μερικές φορές η υποεκτίμηση της σημαντικότητας αυτής της διάστασης της διατροφής και η επικέντρωση σε ζητήματα υγιεινής διατροφής. Επίσης από τους μαθητές και τις μαθήτριες αναμένεται η καταγραφή αντιλήψεων σχετικά με την περιβαλλοντική διάσταση της διατροφής πράγμα που ίσως θα αναδείκνυε πιθανή εμπλοκή τους σε διδασκαλία σχετικών θεμάτων ή και όχι. Με αυτόν τον τρόπο θα γίνει μια προσπάθεια κατανόησης των αντιλήψεων μαθητών και εκπαιδευτικών σε θέματα διατροφής και θα επιχειρηθεί η ένταξη του σημαντικού θέματος της αειφορικής διατροφής στην υποχρεωτική εκπαίδευση.

5. Βιβλιογραφία

Κυριαζή, Ν. (2011). Η Κοινωνιολογική Έρευνα: Κριτική Επισκόπηση των Μεθόδων και των Τεχνικών. Αθήνα: Πεδίο.

Παπαθανασίου, Ο. (2023). Αντιλήψεις, γνώσεις και ετοιμότητα εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία θεμάτων βιώσιμης διατροφής στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Bryman, A. (1988). Quantity and Quality in Social Research. London & New York: Routledge.

Creswell, J. (2011). Educational Research Planing, Conducting, and Evaluantitive Quantitive and Qualitive Research. New Jersey: Pearson Education International.

Dernbach, J. C. (1998). Sustainable development as a framework for national governance. Case Western Reserve Law Review.

FAO (2015) The State of Food Insecurity in the World 2015. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2010). Report of the international scientific symposium. Biodiversity and sustainable diets—United against hunger.

Gussow J. D., & Clancy K. L. (1986). Dietary guidelines for sustainability. Journal of Nutrition Education, 18(1), 1–5.

IFPRI (2015) Global Nutrition Report. Washington, DC: International Food Policy Research Institute.

Lele, S. M. (1991, June). Sustainable development: A critical review. World Development, 19(6), 607–662.

Lim SS, Flaxman AD, Danaei G et al. (2012) A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. Lancet 380, 2224–2260.

Mensah, J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. Cogent Social Sciences (2019), 5: 1653531.

Mollaei, S., Minaker, L. M., Lynes, J. K., & Dias, G. M. (2023). Perceptions and determinants of adopting sustainable eating behaviours among university students in Canada: a qualitative study using focus group discussions. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, *24*(9), 252-298.

Neocleous Maliotou, M & Liarakou, G. (2022). Teachers' Perceptions and Educational Practices on Sustainable Nutrition in Cyprus. Journal of Education for Sustainable Development 16:1–2, 61-79.

Schaefer, A., & Crane, A. (2005). Addressing sustainability and consumption. Journal of Macromarketing, 25(1), 76–92.

Stoddart, H., Schneeberger, K., Dodds, F., Shaw, A., Bottero, M., Cornforth, J., & White, R. (2011). A pocket guide to sustainable development governance. Stakeholder Forum 2011.

Weber, A., Hahn, S. C., & Fiebelkorn, F. (2021). Teach What You Eat: Student Biology Teachers' Intention to Teach Sustainable Nutrition. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, *53*(12), 1018-1027.

Διδασκαλία της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών στο Μάθημα της Φυσικής στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με την χρήση προβλήματος ανοιχτού τύπου

Ιωάννης Καλαντζής, Αναστάσιος Ζουπίδης
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Περίληψη

Παραδοσιακά, η διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής γίνεται από τον εκπαιδευτικό στο ρόλο της «αυθεντίας» και τους μαθητές σε έναν παθητικό ρόλο να επιλύουν ασκήσεις προκειμένου να οδηγηθούν στο ένα και μοναδικό σωστό αποτέλεσμα που δίνεται από τον εκπαιδευτικό. Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία αφορά το σχεδιασμό και τον τρόπο εφαρμογής Φύλλων Εργασίας (ΦΕ) για τη διδασκαλία της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών (ΣΕΜ) σε μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Ο σχεδιασμός της διδασκαλίας έγινε αναφορικά με το φαινόμενο της ταλάντωσης καθώς και με χρήση προβλημάτων ανοιχτού τύπου. Σε αυτήν τη σύνοψη παρουσιάζουμε τα πρώτα σχετικά αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησής μας.

Abstract

Traditionally, the teaching of Physics is conducted with the teacher in the role of the “authority” and students having a passive role, solving exercises with only one correct answer which is being provided by the teacher. This postgraduate thesis presents the design and implementation of Work Sheets (WS) for the teaching of Control of Variable Strategy (CVS) in Secondary Education’s students. The teaching design is based upon the phenomenon of oscillations and also open-ended problems are used. In this summary, we present the initial findings of our literature review.

Λέξεις κλειδιά: προβλήματα ανοιχτού τύπου, στρατηγική ελέγχου μεταβλητών, ταλαντώσεις, φύλλα εργασίας

Key words: control of variable strategy, oscillation, open-ended problems, work sheets

1. Εισαγωγή

Το μάθημα της Φυσικής παραδοσιακά διδάσκεται στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με ασκήσεις κλειστού τύπου και τον εκπαιδευτικό να έχει το ρόλο της «αυθεντίας» μέσα στην τάξη. Ωστόσο, στη βιβλιογραφία παρατηρείται μεγάλος αριθμός ερευνών που υποστηρίζουν πως οι μαθητές παρουσιάζουν μεγαλύτερη κατανόηση εννοιών της Φυσικής όταν τα αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα επεκτείνονται και σε διαδικαστική γνώση (NGSS, 2013).

Με αυτήν την έννοια υποστηρίζεται ότι μια διδασκαλία σχεδιασμένη για τη διδαχή της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών (ΣΕΜ) (Makkonen, Tirri & Lavonen, 2021) και με χρήση ανοιχτών προβλημάτων (Land & Hannafin, 1997), με την υποστήριξη της διερεύνησης (Szalay & Tóth, 2016) και με πλαίσιο το φαινόμενο της ταλάντωσης θα έχει καλύτερα αποτελέσματα από την παραδοσιακή διδασκαλία Φυσικής. Εντούτοις, η συνδυαστική χρήση της ΣΕΜ και ανοιχτών προβλημάτων έχει μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον καθώς η βιβλιογραφία είναι αρκετά περιορισμένη στο συνδυασμό αυτών των δύο διδακτικών στρατηγικών.

2. Μεθοδολογία

Σκοπός αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας είναι ο σχεδιασμός και η εφαρμογή μιας διδασκαλίας πτυχών της ΣΕΜ στο πλαίσιο του φαινομένου της ταλάντωσης σε μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης κάνοντας χρήση ενός ανοιχτού προβλήματος, καθώς επίσης και στοιχείων πειραματισμού μέσα σε ένα περιβάλλον προσομοίωσης. Απώτερος σκοπός της έρευνας είναι η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της συνδυαστικής χρήσης της ΣΕΜ και των ανοιχτών προβλημάτων στη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής. Στη σύνοψη αυτή παρουσιάζουμε τα πρώτα σχετικά αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης.

3. Αποτελέσματα

Οι διδακτικές στρατηγικές της ΣΕΜ και των ανοιχτών προβλημάτων βρίσκονται κάτω από την εκτεταμένη «ομπρέλα»της Διερεύνησης (Inquiry), η οποία θα πρέπει να είναι σε μεγάλο βαθμό εμφανής στην έρευνά μας. Στη συγκεκριμένη εργασία θα γίνει χρήση της Καθοδηγούμενης Διερεύνησης (ΚΔ). Παρόλο που στην ΚΔ απαιτείται ο εκπαιδευτικός να έχει ενεργό ρόλο στο σχεδιασμό των δραστηριοτήτων και οι μαθητές είναι συνήθως περιορισμένοι στο εκτελεστικό κομμάτι του πειραματισμού και την εξαγωγή συμπερασμάτων, η προσέγγιση αυτή έχει εξαιρετικά υψηλή αποτελεσματικότητα (Ogegbo & Ramnarain 2022, Machtinger, 2014, Orosz et al. 2023, Chang, Lee & Wen 2022), ειδικά σε μαθητές που δεν έχουν καμία προηγούμενη έκθεση στη Διερεύνηση.

Η ΣΕΜ είναι μία κορυφαία συλλογιστική δεξιότητα που βοηθά τους μαθητές στην εκτέλεση, πρόβλεψη και αξιολόγηση πειραμάτων κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας (Van Vo & Csapó, 2021), η οποία παρουσιάζει σημαντικά αποτελέσματα είτε με πειράματα "hands-on" είτε σε περιβάλλον προσομοίωσης (Schwichow, Croker et al., 2016). Επιπρόσθετα, η ΣΕΜ έχει εξαιρετικά αποτελέσματα ως προς την κατανόηση του αντικειμένου, ανεξαρτήτως προηγούμενων γνώσεων (Schwichow, Cristoph et al., 2016) αλλά και φύλου (Van der Graaf, Segers & Verhoeven, 2015).

Εννοιολογικά, η ΣΕΜ χωρίζεται σε τέσσερις ξεχωριστές πτυχές ή δεξιότητες, δύο διαφορετικών κατηγοριών δυσκολίας (Chen & Klahr, 1999). Στο «ευκολότερο» επίπεδο δεξιοτήτων έχουμε την ικανότητα διάκρισης μεταξύ κατάλληλου και μη κατάλληλου πειράματος για την εξαγωγή συμπεράσματος (Identifying, ID) και την ικανότητα εξαγωγής συμπεράσματος από τα αποτελέσματα κατάλληλων πειραμάτων (Interpreting, IN). Οι υπόλοιπες δύο δεξιότητες είναι η κατανόηση του λόγου για τον οποίο ένα πείραμα είναι μη κατάλληλο για την εξαγωγή συμπερασμάτων (Understanding, UN) καθώς επίσης η ικανότητα σχεδιασμού ενός κατάλληλου και έγκυρου πειράματος (Planning, PL) (Schwichow, Cristoph et al., 2016).

Ένας τρόπος για να εισαχθούν οι μαθητές στη μεθοδολογία της ΣΕΜ είναι τα προβλήματα ανοιχτού τύπου. Μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπησή μας παρατηρήθηκε πως η χρήση ανοιχτών προβλημάτων οδηγεί τους μαθητές να επιδεικνύουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για το προς μελέτη αντικείμενο, σε σύγκριση με τον πειραματισμό με προβλήματα κλειστού τύπου (Szott 2014, Wilcox & Lewandowski, 2016). Τέλος, τα ανοιχτά προβλήματα παρέχουν στους μαθητές τη δυνατότητα να αναζητήσουν τη δικιά τους, επιστημονικά έγκυρη, λύση στο πρόβλημα, με το οποίο βρίσκονται αντιμέτωποι (Randles et al., 2018) , συνεπώς οι μαθητές θα πρέπει να αξιολογήσουν κριτικά εάν η λύση που προτείνουν είναι επαρκής για να ανταποκριθεί στο υπό συζήτηση πρόβλημα.

Το αποτέλεσμα της συνολικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης θα είναι ο σχεδιασμός μιας διδασκαλίας δύο διδακτικών ωρών της ΣΕΜ κάνοντας χρήση ανοιχτού προβλήματος αναφορικά με το φαινόμενο της ταλάντωσης. Ο τρόπος εφαρμογής περιλαμβάνει την υλοποίηση μιας σειράς μαθημάτων με στόχο την προώθηση της δηλωτικής όπως επίσης και της διαδικαστικής γνώσης στους μαθητές. Η συλλογή των δεδομένων γίνεται μέσω των pre και post test που οι μαθητές θα συμπληρώσουν.

4. Συμπεράσματα

Συνολικά παρατηρήσαμε στη βιβλιογραφική μας ανασκόπηση πως η διδασκαλία της ΣΕΜ έχει εμφανώς σημαντικό ρόλο για τους μαθητές ώστε να κατανοήσουν και στη συνέχεια να μπορούν να εφαρμόσουν επιτυχώς την επιστημονική μέθοδο. Αντίστοιχα, παρατηρήθηκε πως τα προβλήματα ανοιχτού τύπου προωθούν την ανάπτυξη πειραματικών ικανοτήτων στους μαθητές, αρκετά περισσότερο συγκριτικά με τα προβλήματα κλειστού τύπου καθώς οι μαθητές δεν περιορίζονται μόνο σε μία λύση, αυτή που προτείνει ή περιμένει ο εκπαιδευτικός.

Ωστόσο, ο συνδυασμός αυτών των δύο αντικειμένων δεν έχει μελετηθεί συστηματικά. Για αυτό το λόγο, με πλαίσιο το φαινόμενο της ταλάντωσης, θα σχεδιαστεί διδασκαλία με την προσέγγιση της ΚΔ, για την οποία τα ΦΕ θα αναπτυχθούν με στόχο τη διδασκαλία των υποδεξιοτήτων της ΣΕΜ πάνω σε ένα καθημερινό πρόβλημα ανοιχτού τύπου.

5. Βιβλιογραφία

Chang, P. S., Lee, S. H., & Wen, M. L. (2022). Developing an inquiry-based laboratory curriculum to engage students in planning investigations and argumentation. *International Journal of Science Education*, *44*(18), 2659-2684. https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2141083

Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All other things being equal: Acquisition and transfer of the control of variables strategy. *Child development*, *70*(5), 1098-1120. https://doi.org/10.1111/1467-8624.00081

Land, S. M., & Hannafin, M. J. (1997). Patterns of understanding with open-ended learning environments: A qualitative study. *Educational Technology Research and Development*, *45*(2), 47-73. https://doi.org/10.1007/BF02299524

Machtinger, E. T. (2014). Using a combined approach of guided inquiry & direct instruction to explore how physiology affects behavior. *The American Biology Teacher*, *76*(9), 595-600. https://doi.org/10.1525/abt.2014.76.9.5

Makkonen, T., Tirri, K., & Lavonen, J. (2021). Engagement in learning physics through project-based learning: A case study of gifted Finnish upper-secondary-level students. *Journal of advanced academics*, *32*(4), 501-532. https://doi.org/10.1177/1932202X211018644

NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/18290

Ogegbo, A. A., & Ramnarain, U. (2022). Teaching and learning Physics using interactive simulation: A guided inquiry practice. *South African Journal of Education*, *42*(1). https://doi.org/10.15700/saje.v42n1a1997

Orosz, G., Németh, V., Kovács, L., Somogyi, Z., & Korom, E. (2023). Guided inquiry-based learning in secondary-school chemistry classes: A case study. *Chemistry Education Research and Practice*, *24*(1), 50-70. https://doi.org/10.1039/D2RP00110A

Randles, C., Overton, T., Galloway, R., & Wallace, M. (2018). How do approaches to solving open-ended problems vary within the science disciplines?. *International Journal of Science Education*, *40*(11), 1367-1390. https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1503432

Schwichow, M., Christoph, S., Boone, W. J., & Härtig, H. (2016). The impact of sub-skills and item content on students' skills with regard to the control-of-variables strategy. *International Journal of Science Education*, *38*(2), 216-237. https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1137651

Schwichow, M., Croker, S., Zimmerman, C., Höffler, T., & Härtig, H. (2016). Teaching the control-of-variables strategy: A meta-analysis. *Developmental Review*, *39*, 37-63. https://doi.org/10.1016/j.dr.2015.12.001

Szalay, L., & Tóth, Z. (2016). An inquiry-based approach of traditional 'step-by-step'experiments. *Chemistry Education Research and Practice*, *17*(4), 923-961.

https://doi.org/10.1039/C6RP00044D

Szott, A. (2014). Open-ended laboratory investigations in a high school physics course: The difficulties and rewards of implementing inquiry-based learning in a physics lab. *The Physics Teacher*, *52*(1), 17-21. https://doi.org/10.1119/1.4849147

Van der Graaf, J., Segers, E., & Verhoeven, L. (2015). Scientific reasoning abilities in kindergarten: dynamic assessment of the control of variables strategy. *Instructional Science*, *43*, 381-400. https://doi.org/10.1007/s11251-015-9344-y

Van Vo, D., & Csapó, B. (2021). Development of scientific reasoning test measuring control of variables strategy in physics for high school students: evidence of validity and latent predictors of item difficulty. *International Journal of Science Education*, *43*(13), 2185-2205. https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1957515

Wilcox, B. R., & Lewandowski, H. J. (2016). Open-ended versus guided laboratory activities: Impact on students' beliefs about experimental physics. *Physical Review Physics Education Research*, *12*(2), 020132. https://doi.org/10.1103/PhysRevP

Αποτίμηση Συνεργασίας Μαθητών Β’ Γυμνασίου σε διδασκαλία STEM για τον Πρώτο Νόμο του Νεύτωνα: Δυσκολίες, Προτιμήσεις και Προτάσεις Μαθητών

Δήμητρα Καπουσίζη, Θεόδωρος Κοσμάνης
Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος

Περίληψη

Στο παρόν άρθρο, παρουσιάζεται μια πιλοτική έρευνα δράσης, μικρής κλίμακας, για την αποτίμηση της συνεργασίας μεταξύ των μαθητών που συμμετείχαν στην εφαρμογή ενός διδακτικού σεναρίου STEM που αφορά τη διδασκαλία του πρώτου νόμου του Νεύτωνα με τη μέθοδο της δομημένης, συνεργατικής διερεύνησης σε 25 μαθητές της Β’ Γυμνασίου. Για την αποτίμηση της συνεργασίας, χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο αυτοαξιολόγησης το οποίο ανέδειξε επιπλέον τους παράγοντες δυσκολίας, τις προτιμήσεις και τις προτάσεις των μαθητών για τη βελτίωση του σεναρίου. Προτείνεται η ανάπτυξη παρόμοιων σεναρίων και η διεύρυνση της έρευνας σχετικά με την επίδραση που αυτά επιφέρουν στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων των μαθητών.

Abstract

A small-scale, pilot action research, aimed to assess the collaboration among students who participated in a STEM teaching scenario about the teaching of Newton's first law with the method of structured, collaborative inquiry to 25 second-grade high school students is presented in this paper. To assess the collaboration skills a self-assessment questionnaire was used which additionally highlighted students’ difficulty factors, preferences and suggestions to improve the scenario. The development of similar scenarios and further research about the effects of those scenarios to students’ skills development is proposed.

Λέξεις κλειδιά: συνεργασία μαθητών, διδακτικό σενάριο, διερευνητική μέθοδος, εκπαίδευση STEM.
Key words: inquiry-based teaching and learning, teaching scenario, STEM education, students’ collaboration.

1. Εισαγωγή

Η εκπαίδευση STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) αφορά τη διεπιστημονική προσέγγιση θεμάτων που άπτονται των Φυσικών Επιστημών, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών, με στόχο την εμπλοκή των μαθητών σε βιωματικές, εποικοδομητικές και συνεργατικές δραστηριότητες αναπτύσσοντας τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες ώστε να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις του 21ου αιώνα (Bybee, 2012· National Science and Technology Council, NSTC, 2018). Μία από τις μεθόδους που υποστηρίζουν την υλοποίηση δράσεων STEM και ευνοεί την ανάπτυξη των δεξιοτήτων των μαθητών είναι η διερευνητική μέθοδος (Inquiry-based Learning, IBL) η οποία είναι απόλυτα συνυφασμένη με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) (Bybee, 2012· Lai, 2018) αφού πρόκειται για την εκπαιδευτική εκδοχή, την αντανάκλαση, της επιστημονικής μεθόδου διερεύνησης (Bybee, 2006· Pedaste et al., 2015, Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, ΙΕΠ, 2022).

Στη χώρα μας, τα νέα Προγράμματα Σπουδών (ΠΣ) της Φυσικής προτείνουν να ακολουθείται η μέθοδος της δομημένης, συνεργατικής διερεύνησης, κυρίως στο Γυμνάσιο αλλά και το Λύκειο. Ταυτόχρονα, προτείνεται και η υιοθέτηση της προσέγγισης STEM, με την υλοποίηση διαθεματικών σχεδίων δράσης (projects) και τη χρήση εξοπλισμού ή προσομοιώσεων και λογισμικών, πέρα από τη διδασκαλία με τη διερευνητική μέθοδο ή την απ' ευθείας διδασκαλία (ΙΕΠ, 2022). Κατά την επισκόπηση της βιβλιογραφίας ερευνών που έχουν υλοποιηθεί στη χώρα μας σχετικά με την εφαρμογή δράσεων STEM στη δευτεροβάθμια, τυπική εκπαίδευση και εντός διδακτικού ωραρίου, προέκυψε το συμπέρασμα πως οι περισσότερες εφαρμογές αφορούν πράγματι την υλοποίηση σχεδίων δράσης (project), συχνά στο πλαίσιο των μαθημάτων της Τεχνολογίας, της Πληροφορικής και των ΦΕ (ενδεικτικά: Αντωνόπουλος, 2019· Ζαχαράκης, 2021). Οι δράσεις αυτές υλοποιούνται συνήθως με τη χρήση εξοπλισμού ρομποτικής ή μικροελεγκτών, προσομοιώσεων, λογισμικών και πολυμεσικών εφαρμογών με στόχο την κατανόηση του εκάστοτε περιεχομένου αλλά και την ανάπτυξη των δεξιοτήτων των μαθητών. Φαίνεται ωστόσο πως δεν υπάρχει αντίστοιχο πλήθος διδακτικών σεναρίων που υλοποιούνται με απλά, καθημερινά υλικά και τα οποία συνδυάζουν τη διερευνητική μέθοδο διδασκαλίας των ΦΕ με την προσέγγιση STEM, χωρίς τη χρήση εξειδικευμένου εξοπλισμού. Γι' αυτό το λόγο, κρίθηκε ενδιαφέρον να σχεδιαστεί ένα διδακτικό σενάριο που απαιτεί απλά, καθημερινά υλικά και μπορεί να υλοποιηθεί εντός διδακτικού ωραρίου και να αποτιμηθεί, σε πρώτη φάση, ως προς τη συνεργασία των μαθητών.

2. Μεθοδολογία

Η έρευνα που διεξήχθη αποτελεί πιλοτική έρευνα και, ειδικότερα, ποιοτική έρευνα δράσης μικρής κλίμακας (Grey, 2021). Το δείγμα αποτελείται από 25 μαθητές της Β' Γυμνασίου του 1ου Γυμνάσιου Ευόσμου Θεσσαλονίκης οι οποίοι εργάστηκαν σε επτά ομάδες των τριών ατόμων και δύο ομάδες των δύο ατόμων. Το ερευνητικό ερώτημα που πραγματεύεται το παρόν άρθρο είναι το «Πώς αποτιμούν οι μαθητές τη συνεργασία τους κατά την υλοποίηση των δραστηριοτήτων του συγκεκριμένου διδακτικού σεναρίου που ακολουθεί την προσέγγιση STEM για τη διδασκαλία του πρώτου νόμου του Νεύτωνα;».

Το Διδακτικό Σενάριο STEM

Το διδακτικό σενάριο έχει ως αντικείμενο τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα. Μέσω του σεναρίου οι μαθητές καθοδηγούνται στη διατύπωση του νόμου, στη μελέτη των εννοιών της ισορροπίας και της αδράνειας και στη σύνδεση των εννοιών αυτών με φαινόμενα και καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Στο σχεδιασμό του σεναρίου λήφθηκε υπόψη η ιδιαιτερότητα και περιπλοκότητα του περιεχομένου ως αντικείμενο διδασκαλίας (Hopf et al., 2011· Spatz et al., 2020) καθώς και οι προϋπάρχουσες γνώσεις και οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για την έννοια της δύναμης, της ισορροπίας και της αδράνειας (Ξηρουχάκη, 2010).

Ως προς τη δομή, το σενάριο ακολουθεί το πρότυπο του ΙΕΠ (Νιζαστάκης κ.α.., 2022. Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2017) ενώ το υποστηρικτικό υλικό του διδακτικού σεναρίου περιλαμβάνει τρία μέρη. Αρχικά, διαθέτει ένα φυλλάδιο ασύγχρονης προετοιμασίας που διαμοιράζεται στους μαθητές πριν από τη διδασκαλία. Οι μαθητές καλούνται να συλλέξουν τα απαραίτητα υλικά, να υλοποιήσουν μια κατασκευή και να κάνουν χρήση ενός κωδικού QR ώστε να παρακολουθήσουν από το κινητό τους τηλέφωνο ή το τάμπλετ ένα βίντεο σχετικά με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα. Ακολουθεί το φύλλο εργασίας το οποίο συμπληρώνεται εντός τάξης σε δύο διδακτικές ώρες και περιλαμβάνει πέντε φάσεις: τον προβληματισμό, τη συζήτηση και διατύπωση υποθέσεων, τον πειραματισμό, την εξαγωγή συμπερασμάτων και τη γενίκευση. Τέλος, ως επέκταση του διδακτικού σεναρίου διατίθεται ένα φύλλο με δραστηριότητες για την ενασχόληση των μαθητών στο σπίτι.

Το Εργαλείο Αποτίμησης της Συνεργασίας των Μαθητών

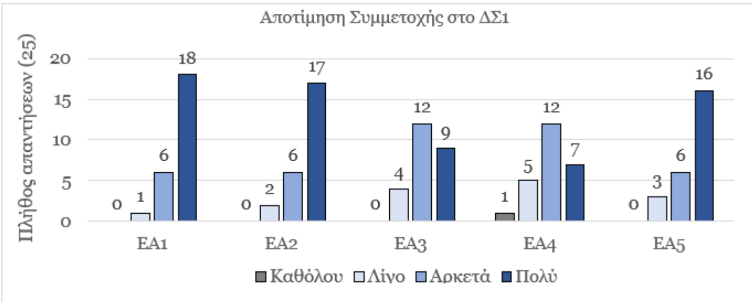
Ως εργαλείο αποτίμησης της συνεργασίας των μαθητών χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο αυτοαξιολόγησης (Νιζαστάκης κ.α., 2022) το οποίο οι μαθητές συμπλήρωσαν ανώνυμα. Το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει 5 ερωτήσεις με απαντήσεις 4 βαθμών («καθόλου», «λίγο», «αρκετά», «πολύ») και 3 ερωτήσεις σύντομης απάντησης. Οι ερωτήσεις φαίνονται στον πίνακα 1. Οι σύντομες απαντήσεις των μαθητών αναλύθηκαν ως προς το περιεχόμενό τους και τα κοινά νοήματα που αναδείχθηκαν από τις δηλώσεις τους ομαδοποιήθηκαν σε κατηγορίες απαντήσεων.

Πίνακας 1. Ερωτηματολόγιο Αποτίμησης της συνεργασίας των μαθητών

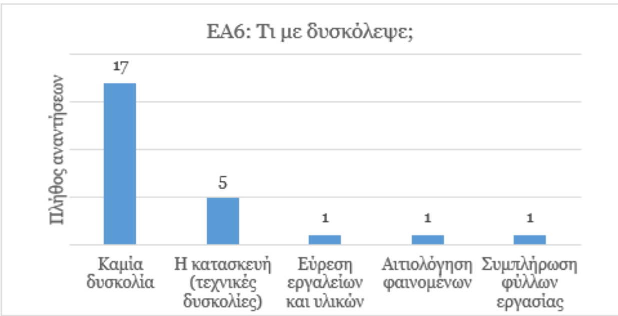
	Αριθμός ομάδας: Το ονοματεπώνυμο (κωδικός) μου:	καθόλου	λίγο	αρκετά	πολύ
EA1	Συμμετείχα στην ομάδα ισότιμα και έκανα το μέρος του έργου που μου αναλογούσε:				
EA2	Ήμουν συγκεντρωμένος/η στη δουλειά μας και δεν απασχολούσα τους/τις συμμαθητές/-τριες μου με άλλα θέματα:				
EA3	Άκουγα προσεκτικά τις απόψεις των άλλων πάνω στο θέμα μας:				
EA4	Βοήθησα τους/τις άλλους/-ες να μάθουν:				
EA5	Προσπάθησα να γίνει ευχάριστο το μάθημα:				
EA6	Τι με δυσκόλεψε:				
EA7	Τι μου άρεσε:				
EA8	Τι θα ήθελα να προτείνω για να γίνει πιο ενδιαφέρον και αποδοτικό το μάθημα:				

3. Αποτελέσματα

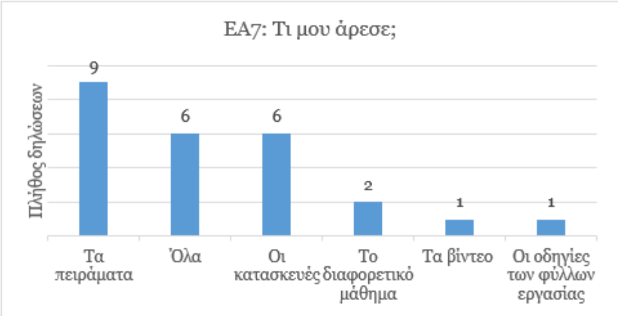
Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου αποτίμησης της συνεργασίας των μαθητών, παρουσιάζονται στα σχήματα 1, 2, 3 και 4. Τα σχήματα 2, 3 και 4 αναδεικνύουν τους παράγοντες δυσκολίας που αντιμετώπισαν οι μαθητές, τις προτιμήσεις των μαθητών και τις προτάσεις τους για το μάθημα αντίστοιχα.



Σχήμα 1: Απαντήσεις στις Ερωτήσεις Αυτοαξιολόγησης EA1-EA5



Σχήμα 2: Παράγοντες Δυσκολίας Διδακτικού Σεναρίου



Σχήμα 3: Προτιμήσεις Μαθητών

Σχήμα 4: Προτάσεις Μαθητών

Από το σχήμα 1 γίνεται αντιληπτό πως οι μαθητές φαίνεται να αποτιμούν θετικά τη συνεργασία τους κατά την υλοποίηση του διδακτικού σεναρίου, καθώς οι περισσότεροι δήλωσαν «αρκετά» και «πολύ» στις ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης ΕΑ1- ΕΑ5. Ωστόσο, παρατηρείται μια διαφορά στο πλήθος των απαντήσεων «αρκετά» και «πολύ» στις ερωτήσεις ΕΑ3 και ΕΑ4, ερωτήσεις που αφορούν την επικοινωνία και την διάθεση για να βοηθήσουν τους συμμαθητές τους, γεγονός που δείχνει ότι οι μαθητές ενδεχομένως να χρειάζονται ενίσχυση στην ανάπτυξη αυτών των δεξιοτήτων. Το σχήμα 2 αναδεικνύει ότι κάποιοι μαθητές αντιμετώπισαν τεχνικές δυσκολίες στις κατασκευές, παρόλο που στο σχήμα 3 φαίνεται πως οι κατασκευές αποτελούν μία από τις προτιμήσεις των μαθητών. Ακόμη, είναι εμφανές στο σχήμα 4 πως κάποιοι μαθητές αναγνώρισαν ότι η εφαρμογή του σεναρίου απαιτεί χρόνο.

4. Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα συμπεραίνουμε πως τέτοιου είδους εφαρμογές, παρόλο που απαιτούν χρόνο και οργάνωση, φαίνεται πως εμπλουτίζουν θετικά τη διδασκαλία, ενισχύουν την ομαδοσυνεργατικότητα και αναδεικνύουν ζητήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό και την υλοποίηση ανάλογων δράσεων. Τα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας δεν μπορούν να γενικευθούν, μπορούν ωστόσο να αποτελέσουν τη βάση για τη διεύρυνση της έρευνας σχετικά με την ανάπτυξη και την αποτελεσματικότητα διδακτικών σεναρίων που προσανατολίζονται στην εκπαίδευση STEM και μπορούν να εφαρμοστούν εντός διδακτικού ωραρίου του προγράμματος σπουδών της Φυσικής Γυμνασίου, λαμβάνοντας υπόψη τις δυσκολίες, τις προτιμήσεις και τις προτάσεις των μαθητών για πιο ενδιαφέρον και αποδοτικό μάθημα. Προτείνεται η επανάληψη της εφαρμογής του σεναρίου χρησιμοποιώντας ομάδα ελέγχου, πειραματική ομάδα, pre και post-tests και συνδυασμό ερευνητικών εργαλείων (παρατήρηση από δεύτερο ερευνητή, συνεντεύξεις συμμετεχόντων κ.ά.) ώστε να μελετηθεί επιπλέον το κατά πόσο τέτοιου είδους σενάρια κινητοποιούν και εμπλέκουν τους μαθητές και ενισχύουν την κατανόηση του γνωστικού περιεχομένου αλλά και της ίδιας της διαδικασίας της διερεύνησης.

5. Βιβλιογραφία

Αντωνόπουλος, Π. (2019). Ανάπτυξη και Αξιολόγηση Εκπαιδευτικού Υλικού με τη Διδακτική Προσέγγιση Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά (STEM) για Μετεωρολογικό Σταθμό [Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Αιγαίου]. HeLLANICUS. Ανακτήθηκε στις 12/07/23, από: http://hdl.handle.net/11610/18835

Ζαχαράκης, Κ. (2021). Σχεδιασμός ενός Διδακτικού Σεναρίου, Εστιασμένο στη Σχεδίαση και Ανάπτυξη ενός Ρομπότ με Τροχούς Mecanum, με Χρήση της Εκπαίδευσης STEM, για Μαθητές της Γ΄ Λυκείου [Διπλωματική Εργασία, Ελληνικό Ανοιχτό Πανεπιστήμιο]. Ανακτήθηκε στις 29/09/23 από: https://apothesis.eap.gr/archive/item/147514

Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, ΙΕΠ. (2022). Πρόγραμμα Σπουδών για το Μάθημα της Φυσικής στις Α', Β' και Γ' Τάξεις Γυμνασίου. Προγράμματα Σπουδών, ΙΕΠ, Αθήνα. Ανακτήθηκε στις 28/08/2023 από: http://iep.edu.gr/el/nea-ps-provoli

Νιζαστάκης, Ε., Γκινούδη, Α., Διαμαντής, Ν., Δρόλαπας, Α., Καπότης, Ε., Κεραμιδάς, Κ., & Ρουμπέα, Γ. (2022). *Οδηγός Εκπαιδευτικού Φυσική Γυμνασίου. 2η* Έκδοση. Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, ΙΕΠ. Αθήνα. Ανακτήθηκε στις 28/08/23, από: http://iep.edu.gr/el/nea-ps-provoli

Ξηρουχάκη, Φ. (2010). Οι Εναλλακτικές Ιδέες των Μαθητών Πάνω στις Φυσικές Επιστήμες – τα Κοινά Χαρακτηριστικά τους. [Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Κρήτης]. Ανακτήθηκε στις 05/10/23 από: https://elocus.lib.uoc.gr

Ψυχάρης, Σ., & Καλοβρέκτης, Κ. (2017). *Διδακτική & Σχεδιασμός Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων STEM & ΤΠΕ*. Αθήνα, Εκδόσεις Τζιόλα. ISBN: 978-960-418-706-5.

Bybee, R., W. (2006). Scientific Inquiry and Science Teaching. Στο L. B. Flick, & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education, 25*, 1-14. Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1_1

Bybee, R., W. (2012). *The Case for STEM Education. Challenges and Opportunities*. National Science Teachers Association, NSTA. 2013. Ανακτήθηκε στις 06/08/23, από: https://static.nsta.org/pdfs/samples/PB337Xweb.pdf

Grey, E., D. (2021). *Η Ερευνητική Μεθοδολογία στον Πραγματικό Κόσμο*. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Τζιόλα. ISBN: 978-960-418-787-4.

Hopf, M., Wilhelm, T., Tobias, V., Waltner, C., & Wiesner, H. (2011). Promoting students' understanding of Newtonian mechanics through an alternative content structure–Results from an empirical study. *ESERA Conference Lyon*, 1-5. Ανακτήθηκε στις 21/10/23, από: https://www.thomas-wilhelm.net/veroeffentlichung/Esera_Lyon.pdf

Lai, C. (2018). Using inquiry-based strategies for enhancing students' STEM education learning. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, *4*(1), 110–117. http://doi:10.21891/jeseh.389740

National Science and Technology Council, NSTC. (2018). *Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education*. Committee on STEM Education, White House, Office of Science and Technology Policy (OSTP). Washington DC. Ανακτήθηκε στις 23/07/23, από: https://www.energy.gov/sites/default/files/2019/05/f62/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf

Pedaste, M., Maeots, M., Siiman, A., L. de Jong, T., van Riesen, A., N., S., Kamp, T., E., Manoli, C., C., Zacharia., C., Z., & 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

Spatz, V., Hopf, M., Wilhelm, Th., Waltner, C., & Wiesner, H. (2020). Introduction to Newtonian Mechanics via Two-Dimensional Dynamics -- The Effects of a Newly Developed Content Structure on German Middle School Students. Στο *European Journal of Science and Mathematics Education, 8*(2), 76-91. https://doi.org/10.30935/scimath/9548

Μοντελοποίηση στην Εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών: Εκπαιδευτική Αξιοποίηση Οπτικών Μαύρων Κουτιών

Πηγή Δέσποινα Μπαρμπάρη, Κωνσταντίνα Στεφανίδου
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει μια διδακτική παρέμβαση, που συνδυάζει τον μοντελισμό στις Φυσικές Επιστήμες μέσω των μαύρων κουτιών. Στους συμμετέχοντες παρουσιάζονται δύο μαύρα κουτιά. Χωρίς να τα ανοίξουν και έχοντας μια δέσμη laser, καλούνται να βγάλουν συμπεράσματα σχετικά με το τι κρύβεται μέσα σε κάθε κουτί. Κάνοντας υποθέσεις και παρατηρώντας, επιχειρούν να φτιάξουν ένα μοντέλο. Συγκεκριμένα ερευνώνται οι απόψεις των συμμετεχόντων για τα επιστημονικά μοντέλα, αν μπορούν να αξιοποιήσουν την προβλεπτική σημασία των επιστημονικών μοντέλων και κατά πόσο μπορούν να θεωρήσουν την αβεβαιότητα ως κομμάτι της επιστήμης εναρμονισμένο με την εξέλιξή της.

Abstract

This paper aims at an educational idea, where modelism of Natural Sciences is combined with black boxes. Two black boxes are presented to the participants. Without opening them and by using a laser pointer, they have to infer the interior of each box. Making assumptions and observations, they will try to build a model. Specifically, the research questions are about the participants' views about scientific models, if they are able to utilize that the scientific models can predict and if they consider the uncertainty as a necessary part of science's progress.

Λέξεις – Κλειδιά: Επιστημονικά μοντέλα, μαύρα κουτιά, οπτική, φύση της επιστήμης
Key words: Scientific models, black boxes, optics, nature of science

1. Εισαγωγή

Οπτική και Laser

Το φως έχει προβληματίσει τους επιστήμονες ιδιαίτερα από τον 16° αιώνα (Pedrotti, Pedrotti S, & Pedrotti M, 2006). Δύο σημαντικά φαινόμενα που σχετίζονται με το φως είναι η ανάκλαση και η διάθλαση (Halliday, Resnick, & Walker, 2008; Halliday, Resnick, & Walker, 2008).

Κατάλληλες επιφάνειες για ανάκλαση είναι οι καθρέπτες, οι οποίοι ανακλούν την ακτίνα φωτός προς μία μόνο κατεύθυνση, χάρη στη λεία επιφάνειά τους (Halliday, Resnick, & Walker, 2008). Για τον έλεγχο της ακτίνας φωτός χρησιμοποιείται συχνά ο διαχωριστής δέσμης (beam splitter). Πρόκειται για ένα κομμάτι γυαλί. Όταν ακτίνα φωτός προσπέσει σε αυτό με κατάλληλη γωνία ένα μέρος της διαπερνά το γυαλί χωρίς να αλλάξει κατεύθυνση, ενώ το υπόλοιπο διαθλάται (Pedrotti, Pedrotti S, & Pedrotti M, 2006).

Επιστημονικά Μοντέλα και Μαύρα Κουτιά

Η επιστήμη απαρτίζεται από ένα σύνολο γνώσεων που περιλαμβάνουν υποθέσεις και αποτελέσματα πειραμάτων σχετικά με τον κόσμο γύρω μας (Schlenker, 1993). Με σκοπό να περιγράψουν συστήματα μακρόκοσμου (τις μαύρες τρύπες), αλλά και του μικρόκοσμου (το άτομο του υδρογόνου), οι επιστήμονες κατασκευάζουν μοντέλα. Τα επιστημονικά μοντέλα μπορούν να αναπαραστήσουν ένα σύστημα εξηγώντας πώς αυτό λειτουργεί, αλλά και να προβλέψουν τις αντιδράσεις του (Capay & Magdin, 2013). Σπάνια οι επιστήμονες μπορούν να έρθουν σε άμεση επαφή με το σύστημα που μελετούν και να εφαρμόσουν σε αυτό τις ιδέες που έχουν. Επομένως, για τέτοια συστήματα (π.χ. το εσωτερικό της Γης) κατασκευάζουν μοντέλα, τα οποία βασίζονται σε υποθέσεις και έμμεσες ενδείξεις (Schlenker, 1993). Αυτά τα μοντέλα διαρκώς βελτιώνονται μέχρι να μπορούν να προβλέψουν τις αντιδράσεις του συστήματος.

Το μαύρο κουτί είναι ένα σύστημα με καθορισμένη εσωτερική οργάνωση και συγκεκριμένη συμπεριφορά, την οποία ο εκάστοτε παρατηρητής δε γνωρίζει. Ο παρατηρητής μπορεί να επηρεάσει το μαύρο κουτί μέσω των εισόδων του και να παρατηρήσει τις εξόδους (αντιδράσεις του συστήματος) (Capay & Magdin, 2013). Στη διδασκαλία Φυσικών Επιστημων τα μαύρα κουτιά αναδεικνύουν τις δυσκολίες, τα αδιέξοδα και τις αμφιβολίες που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι επιστήμονες. Άρα ωθούν τους μαθητές στο να χρησιμοποιήσουν τις αισθήσεις τους και τη φαντασία τους, να κάνουν υποθέσεις και να σχεδιάσουν κάποιο μοντέλο, που να περιγράφει το περιεχόμενο του μαύρου κουτιού, δηλαδή να ακολουθήσουν τα βήματα της επιστημονικής έρευνας (Nott & Wellington, 1996). Εντούτοις, προηγούμενες έρευνες έχουν δείξει ότι οι εκπαιδευτικοί είναι διστακτικοί ή δεν έχουν εμπειρία στο να χρησιμοποιήσουν μαύρα κουτιά και κατ’ επέκταση τα επιστημονικά μοντέλα στη διδασκαλία τους (Van Driel & Verloop, 2010), ή δεν αναγνωρίζουν τα χαρακτηριστικά της Φύσης της Επιστήμης που αναδεικνύονται μέσα από την παιδαγωγική χρήση των επιστημονικών μοντέλων (Crawford & Cullin , 2007).

Επομένως, προκύπτουν τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποιες είναι οι απόψεις των εν δυνάμει εκπαιδευτικών σχετικά με τα επιστημονικά μοντέλα;

2. Κατά πόσο μπορούν να αξιοποιήσουν την προβλεπτική σημασία των επιστημονικών μοντέλων;

3. Κατά πόσο μπορούν να θεωρήσουν την αβεβαιότητα ως αναπόσπαστο κομμάτι της επιστήμης εναρμονισμένο με την εξέλιξή της;

Τα αποτελέσματα της έρευνας θα μπορούσαν να ενισχύσουν την αποδοτικότερη διδασκαλία της επιστήμης, με τρόπο που δεν θα παρουσιάζεται έτοιμη η επιστημονική γνώση – “ready made science” – , αλλά θα δρουν οι μαθητές επί τω έργω σε ένα πλαίσιο επιστήμης υπό κατασκευή – “science in making” – όπως αναφέρει ο Latour (Nott & Wellington, 1996).

2. Μεθοδολογία

Η έρευνα απευθύνεται σε τεταρτοετείς φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του ΕΚΠΑ, οι οποίοι έχουν παρακολουθήσει μαθήματα Φυσικών Επιστημών (Φυσική, Βιολογία, Γεωγραφία) και άρα έχουν το απαραίτητο γνωστικό υπόβαθρο καθώς και αρκετά ερεθίσματα που σχετίζονται με το ρόλο των επιστημονικών μοντέλων. Επιπλέον η έρευνα θα λάβει χώρα κατά τη διάρκεια του μαθήματος «Διδακτική Φυσικών Επιστημών», στο οποίο κεντρική σημασία έχει ο επιστημονικός γραμματισμός, συνιστώσα του οποίου είναι η χρήση και η κατανόηση των επιστημονικών μοντέλων. Στους συμμετέχοντες δεν έχει γίνει κάποια ειδική αναφορά προηγουμένως για μαύρα κουτιά και επιστημονικά μοντέλα.

Αρχικά δίνεται ένα ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο (φόρμα Google) με ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, το οποίο συμπληρώνεται ανώνυμα και εστιάζει στην ανάδειξη των απόψεων των συμμετεχόντων σχετικά με τα επιστημονικά μοντέλα. Η δημιουργία αυτού του ερωτηματολογίου βασίστηκε σε ερωτηματολόγια προηγούμενων ερευνών που έκαναν αναφορές στα επιστημονικά μοντέλα και στη Φύση της Επιστήμης (Grunkorn, Upmeier zu Belzen, & Kruger, 2014) (Upmeier zu Belzen, Kruger, & Van Driel, 2019). Πιο συγκεκριμένα, οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου καλύπτουν τους εξής πέντε άξονες: α) η φύση του επιστημονικού μοντέλου (τι είναι το μοντέλο;), β) πολλά μοντέλα για ένα σύστημα, γ) ο σκοπός του μοντέλου («Πού και γιατί θα χρησιμοποιούσατε το μοντέλο του κύκλου του νερού;»), δ) έλεγχος του μοντέλου και ε) τροποποίηση του μοντέλου («Αν και πότε θα μπορούσε να αλλάξει το μοντέλο του ατόμου;»).

Αφού απαντηθεί το ερωτηματολόγιο, οι φοιτητές θα χωριστούν σε ομάδες των 4 ατόμων. Σε κάθε ομάδα θα δοθούν 2 «μαύρα κουτιά» και μια δέσμη laser. Τα μαύρα κουτιά πριν καλυφθούν φαίνονται στην εικόνα 1. Χωρίς να τα ανοίξουν και έχοντας ως εργαλείο τη δέσμη laser, καλούνται να βγάλουν συμπεράσματα σχετικά με το τι κρύβεται μέσα σε κάθε κουτί, ακολουθώντας βήματα κατευθυνόμενης διερεύνησης. Πιο συγκεκριμένα, κάνοντας υποθέσεις και οργανώνοντας τις παρατηρήσεις τους, επιχειρούν να σχεδιάσουν ένα μοντέλο για την περιγραφή λειτουργίας των μαύρων κουτιών. Κάτι τέτοιο επιτυγχάνεται με τη συμπλήρωση ενός φύλλου εργασίας για κάθε κουτί. Οι ερωτήσεις του φύλλο εργασίας θα τους βοηθήσουν στο να συγκεντρώσουν τις παρατηρήσεις τους, να δοκιμάσουν τις υποθέσεις τους και τελικά να φτιάξουν ένα μοντέλο που να περιγράφει το εσωτερικό κάθε κουτιού.

Εικόνα 1: Το μαύρο κουτί αριστερά με διπλό καθρέπτη και το μαύρο κουτί δεξιά με διαχωριστή δέσμης laser πριν σφραγιστούν.

Μετά την παρέμβαση, οι συμμετέχοντες θα συμπληρώσουν ξανά το ερωτηματολόγιο, ώστε να καταγραφούν πιθανές αλλαγές στις απόψεις των φοιτητών σχετικά με τα επιστημονικά μοντέλα και τη φύση της επιστήμης.

Τα δεδομένα που θα συγκεντρωθούν από τα ερωτηματολόγια και τα φύλλα εργασίας θα αναλυθούν με ποσοτικές και ποιοτικές μεθόδους.

3. Αποτελέσματα

Η έρευνα πρόκειται να διεξαχθεί στο εαρινό εξάμηνο του 2024. Παρ' όλα αυτά αναμένεται ότι μεγάλο ποσοστό των φοιτητών θα παρουσιάζει δυσκολίες στο να εξάγει λογικά συμπεράσματα και να κατασκευάσει κάποιο μοντέλο που να εξηγεί ένα φαινόμενο που δε μπορεί να δει.

4. Συμπεράσματα

Τα πρώτα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας αναμένονται τον Ιούνιο του 2024.

5. Βιβλιογραφία

Capay, M., & Magdin, M. (2013). Tasks for Teaching Specific Approach Using the Black Box Method. *12th European Conference on e-Learning ECEL 2013*. Sophia Antipolis: Academic Conferences and Publishing International Linited. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/266816818_Tasks_for_Teaching_Scientific_Approach_Using_the_Black_Box_Method

Crawford, B. A., & Cullin , M. J. (2007, February 22). Supporting prospective teachers' conceptions of modelling in science. *International Journal of Science Education*, pp. 1379-1401. https://doi.org/10.1080/09500690410001673775

Grunkorn, J., Upmeier zu Belzen, A., & Kruger, D. (2014, January 13). Assessing Students' Understandings of Biological Models and their Use in Science to Evaluate a Theoretical Framework. *International Journal of Science Education, 36*(10), pp. 1651-1684. https://doi.org/10.1080/09500693.2013.873155

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2008). *Fundamentals of Physics* (8η ed., Vol. B'). (Κ. Κ. Βαλαδάκης, Trans.) John Wiley & Sons.

Nott, M., & Wellington, J. (1996). When the black box springs open: practical work in schools and the nature of science. *International Journal of Science Education, 18*(7). doi:10.1080/0950069960180706

Pedrotti, F., Pedrotti S, L., & Pedrotti M, L. (2006). *Introduction to Optics* (3η ἐκδοση ed.). Addison-Wesley.

Schlenker, R. M. (1993). *Black Box Activities for Grades Seven-Nine Science Programs and Beyond.* Washington, USA: ERIC. Retrieved from https://eric.ed.gov/?id=ED371950

Upmeier zu Belzen, A., Kruger, D., & Van Driel, J. (2019). *Towards a Competence-Based View on Models and Modeling in Science Education* (Vol. 12). Switzerland: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30255-9

Van Driel, J. H., & Verloop, N. (2010, November 26). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, pp. 1141-1153. https://doi.org/10.1080/095006999290110

Εφαρμογή και Αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για το περιεχόμενο της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας σε μαθητές/μαθήτριες Δημοτικού Σχολείου

Αναστασία Οικονόμου, Γιώργος Πέικος, Άννα Σπύρτου
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αφορά την εφαρμογή και αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) για τη Νανοεπιστήμη-Νανοτεχνολογία, εστιάζοντας στις έννοιες: Μέγεθος των αντικειμένων και Ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος: Φαινόμενο του Λωτού. Συμμετέχοντες/συμμετέχουσες ήταν 22 μαθητές/μαθήτριες, Στ' Δημοτικού. Εργαλείο συλλογής δεδομένων ήταν το γραπτό ερωτηματολόγιο και η συνέντευξη, πριν και μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι μετά την εφαρμογή μεγάλο μέρος των μαθητών/μαθητριών ανέφερε ως το μικρότερο αντικείμενο, ένα αντικείμενο του νανόκοσμου και το σωστό όργανο παρατήρησης. Επίσης, ταξινόμησε σωστά αντικείμενα στον μακρόκοσμο, στον μικρόκοσμο και στον νανόκοσμο, εφαρμόζοντας το κριτήριο του οργάνου παρατήρησης και σειροθέτησε σωστά τα αντικείμενα από το μεγαλύτερο προς το μικρότερο. Σχετικά με το φαινόμενο του λωτού, οι περισσότεροι/περισσότερες μαθητές/μαθήτριες εξήγησαν το φαινόμενο, αναφέροντας ως παράγοντα τη νανοδομή και ένα μικρό ποσοστό κατάφερε να το εξηγήσει, αναφέροντας τη νανοδομή και τον αέρα.

Abstract

This paper concerns the implementation and evaluation of a Teaching Learning Sequence (TLS) for Nanoscience-Nanotechnology, focusing on the concepts: Size of Objects and Size Dependent Properties: the Lotus Effect. The participants were 22 sixth grade primary school students. The data collection tool was a questionnaire and an interview before and after the implementation of TLS. The results show that after the implementation, a large amount of the students reported the smallest object as an object of the nanoworld and the correct observation tool. They also correctly classified objects in the macroworld, microworld and nanoworld, applying the criterion of the observation tool and correctly ordered objects from largest to smallest. Regarding the lotus effect, the majority of students explained the phenomenon mentioning nanostructure as a factor and a small percentage managed to explain it, mentioning both nanostructure and the air.

Λέξεις κλειδιά: δημοτικό σχολείο, διδακτική μαθησιακή ακολουθία, νανοεπιστήμη-νανοτεχνολογία
Key words: primary school, teaching learning sequence, nanoscience-nanotechnology

1. Εισαγωγή

Η ραγδαία ανάπτυξη των προϊόντων της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας (Ν-ΕΤ) έχει επιφέρει αλλαγές στην καθημερινότητα του ανθρώπου. Υποστηρίζεται ότι όλοι οι πολίτες χρειάζεται να αναπτύξουν τον νανογραμματισμό τους, ώστε να συμμετέχουν στο δημόσιο διάλογο για θέματα της Ν-ΕΤ (Laherto, 2010). Επιστήμονες και σχεδιαστές αναλυτικών προγραμμάτων υπογραμμίζουν ότι μία πρόκληση του 21ου αιώνα αποτελεί η ενσωμάτωση στην υποχρεωτική εκπαίδευση του περιεχομένου της Ν-ΕΤ (Jones et al., 2013·Blonder & Sakhnini, 2016).

Έχουν ήδη αρχίσει και εφαρμόζονται εκπαιδευτικά προγράμματα για μαθητές/μαθήτριες Δημοτικού Σχολείου, που περιλαμβάνουν έννοιες της Ν-ΕΤ, με θετικά αποτελέσματα (Mandrikas et al., 2020·Peikos et al., 2022).

Για παράδειγμα, οι Mandrikas et al., (2020), εφάρμοσαν μία Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (ΔΜΑ) με περιεχόμενο σχετικό με τις Μεγάλες Ιδέες (ΜΙ) της Ν-ΕΤ: Μέγεθος και Κλίμακα, Ιδιότητες εξαρτώμενες από το Μέγεθος και Εφαρμογές της Ν-ΕΤ, στοχεύοντας μεταξύ άλλων στη μελέτη της κατανόησης εννοιών της Ν-ΕΤ. Οι ερευνητές κατέγραψαν θετικά αποτελέσματα για το Μέγεθος και την Κλίμακα. Ειδικότερα, οι μαθητές/μαθήτριες μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ, ήταν ικανοί/ικανές να σημειώνουν την αντιστοιχία μεταξύ των μονάδων μέτρησης, π.χ. ότι 1cm είναι ίσο με 10.000.000 nm και να σειροθετούν και να ταξινομούν τα αντικείμενα στον μακρόκοσμο, στον μικρόκοσμο και στον νανόκοσμο. Σχετικά με το φαινόμενο του λωτού, οι μαθητές/μαθήτριες, μέσα από τον πειραματισμό με σταγόνες νερού, κατάφεραν να συνδέσουν τη συμπεριφορά του νερού με το είδος της επιφάνειας, χαρακτηρίζοντας τα υλικά υδρόφιλα, υδρόφοβα και υπερυδρόφοβα.

Σε μεταγενέστερη έρευνα, οι Peikos et al., (2022), ανέπτυξαν, εφάρμοσαν και αξιολόγησαν ΔΜΑ για τις ίδιες ΜΙ, προσθέτοντας επιπλέον τη ΜΙ: Μοντέλα και μοντελοποίηση. Τα μαθησιακά αποτελέσματα μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ ήταν θετικά. Για παράδειγμα, όσον αφορά το μέγεθος, οι μαθητές/μαθήτριες ταξινόμησαν σωστά τα αντικείμενα, αναφέροντας ως κριτήριο το όργανο παρατήρησης της κάθε ομάδας αντικειμένων. Σχετικά με το φαινόμενο του λωτού, οι περισσότεροι/περισσότερες μαθητές/μαθήτριες μπορούσαν να εξηγήσουν το φαινόμενο, αναφέροντας ως παράγοντες την νανοδομή του φύλλου και τον αέρα, που εγκλωβίζεται ανάμεσα στις νανοδομές.

Οι ερευνητές Peikos et al., (2022) προτείνουν ως θεωρητικό πλαίσιο για τη μελέτη της μάθησης εννοιών της Ν-ΕΤ, τη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής. Σύμφωνα με την Chi (2008), οι έννοιες οργανώνονται σε οντολογικές κατηγορίες (δέντρα), π.χ. τις Οντότητες και τις Διαδικασίες, οι οποίες διαθέτουν διακριτά χαρακτηριστικά. Οι έννοιες στην κάθε οντολογική κατηγορία, μοιράζονται κοινά οντολογικά χαρακτηριστικά. Η κατηγορία των Διαδικασιών, επιμερίζεται στις Άμεσες και στις Αναδυόμενες διαδικασίες (Chi, 2008· Henderson κ.ά., 2017). Οι Peikos et al., (2022) στη ΔΜΑ που ανέπτυξαν περιέλαβαν τη ρητή διδασκαλία χαρακτηριστικών των Άμεσων και Αναδυόμενων, που είναι αμοιβαία αποκλειόμενα (Chi, 2013).

Οι Άμεσες διαδικασίες, περιλαμβάνουν παράγοντες με ειδική θέση στη διαδικασία και έχουν έναν στόχο και μία σειρά από σκόπιμα βήματα, για να πετύχουν αυτόν τον στόχο στο επίπεδο του μοτίβου. Για παράδειγμα: «Ένας παράγοντας ή μία υπό-ομάδα παραγόντων, μπορεί να προκαλέσει το καθολικό παρατηρίσμο μοτίβο» και «Μόνο ο ένας ή περισσότεροι παράγοντες έχουν ειδική θέση στην πρόκληση του μοτίβου» (Chi et al., 2012, p. 10). Οι Αναδυόμενες διαδικασίες, περιλαμβάνουν παράγοντες, οι οποίοι βρίσκονται στην ίδια βάση, με αποτέλεσμα ο ταυτόχρονος συνυπολογισμός των αλληλεπιδράσεων να εκδηλώνεται στο μάκρο-επίπεδο του μοτίβου, το οποίο δεν προκαλείται εσκεμμένα από κάποιον παράγοντα (Henderson κ.ά., 2017). Για παράδειγμα: «Όλοι οι παράγοντες μαζί προκαλούν το καθολικό παρατηρίσμο μοτίβο» και «Όλοι οι παράγοντες έχουν ισάξια θέση στην πρόκληση του μοτίβου» (Chi et al., 2012, p. 10). Με βάση αυτά, οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να αναστοχαστούν πάνω σε όλες τις διαδικασίες που περιλαμβάνει η εκπαιδευτική παρέμβαση (διαδικασία της ίωσης, φαινόμενο του λωτού, καθαρισμός του νερού με νανόφιλτρο) σε σχέση με το αν ανήκουν στις Άμεσες ή στις Αναδυόμενες διαδικασίες (Πέικος 2022, σ. 157), ώστε να ενισχυθεί η εννοιολογική κατανόηση.

Σε έρευνες που μελετούν τις αρχικές αντιλήψεις των μαθητών/μαθητριών για έννοιες της Ν-ΕΤ, έχει καταγραφεί ότι σχετικά με τη ΜΙ: Μέγεθος και Κλίμακα, οι μαθητές/μαθήτριες αναφέρουν αντικείμενα του μακρόκοσμου (μυρμήγκια), του μικρόκοσμου (κύτταρα) (Castellini et al., 2007) και του ατομικού κόσμου (Peikos et al., 2023) π.χ. μόριο. Ωστόσο, δυσκολεύονται να κατηγοριοποιήσουν αντικείμενα με κριτήριο το όργανο παρατήρησής τους (Peikos et al., 2023). Σχετικά με το φαινόμενο του λωτού, οι μαθητές/μαθήτριες εξηγούν το φαινόμενο ως μια Άμεση διαδικασία, αναφέροντας ως παράγοντα που προκαλεί το ορατό μοτίβο (σφαιρικό σχήμα σταγόνας), χαρακτηριστικά του φύλλου, τα οποία είναι αντιληπτά με τις αισθήσεις π.χ. λεία επιφάνεια του φύλλου (Peikos et al., 2023).

2. Μεθοδολογία

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι η εφαρμογή και αξιολόγηση μιας ΔΜΑ για το περιεχόμενο της Ν-ΕΤ σε μαθητές/μαθήτριες δημοτικού σχολείου. Η ΔΜΑ που εφαρμόστηκε αναπτύχθηκε από τον Πέικο (2022). Η ΔΜΑ περιλαμβάνει επτά δίωρα μαθήματα. Τα τρία πρώτα εστιάζουν στην ταξινόμηση και τη σειροθέτηση αντικειμένων του μακρόκοσμου, του μικρόκοσμου και του νανόκοσμου, καθώς και στην εξοικείωση των μαθητών/μαθητριών με το οπτικό και το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (μέσω προσομοίωσης). Το τέταρτο στη διαδικασία της ίωσης, το πέμπτο και το έκτο στο φαινόμενο του λωτού και το έβδομο στον καθαρισμό του νερού με νανόφιλτρο. Η παρούσα εργασία εστιάζει στις τρεις πρώτες ενότητες, που αφορούν το Μέγεθος των αντικειμένων και τα Όργανα παρατήρησης και στην έκτη που αφορούν το φαινόμενο του λωτού (για τις οποίες έχει γίνει πλήρης ανάλυση δεδομένων). Σκοπός της εργασίας είναι η επανάληψη εφαρμογής της ΔΜΑ, σε μεγαλύτερο αριθμό μαθητών/μαθητριών Στ’ Δημοτικού, ώστε να καταλήξουμε σε συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα της.

Η πρώτη συγγραφέας της εργασίας μελέτησε το υλικό της ΔΜΑ, σε στενή συνεργασία με ερευνητή της Διδακτικής των Φ.Ε. που ανέπτυξε τη ΔΜΑ και εξοικειώθηκε με την εφαρμογή των εκπαιδευτικών υλικών. Συγκεκριμένα, για κάθε δίωρη ενότητα, οργάνωνε και παρουσίαζε το εκπαιδευτικό υλικό στον ερευνητή και πραγματοποιούνταν συζητήσεις για την εφαρμοσιμότητά του. Έπειτα, εφάρμοσε τη ΔΜΑ στην τάξη. Τα ερευνητικά ερωτήματα ήταν τα εξής:

- Ποιες είναι οι αντιλήψεις των μαθητών/μαθητριών για την έννοια του μεγέθους πριν και μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ
- Πώς εξηγούν οι μαθητές/μαθήτριες το φαινόμενο του λωτού πριν και μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ

Ως εργαλείο συλλογής των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο και η συνέντευξη, που έχει εφαρμοστεί σε προγενέστερη έρευνα (Peikos, et al., 2022). Ενδεικτικό έργο του ερωτηματολογίου είναι: «*Δυο αδέρφια, αφού έπλυναν ένα κομμάτι λάχανο παρατήρησαν το εξής: «οι σταγόνες μόλις έπεφταν πάνω στο λάχανο γίνονταν στρόγγυλες σαν μπίλιες. Για ποιο λόγο πιστεύεις ότι μπορεί να συμβαίνει αυτό;»*. Επιπλέον, στις συνεντεύξεις, πριν και μετά την παρέμβαση, η ερευνήτρια ζήτησε από τους/τις μαθητές/μαθήτριες, για το έργο του φαινομένου του λωτού, να σχεδιάσουν ένα μοντέλο (με ζωγραφιά) για να εξηγήσουν, γιατί η σταγόνα γίνεται σφαιρική στο φύλλο του λάχανου.

Η ερευνήτρια ανέπτυξε και ένα επιπλέον έργο, που αφορά την ταξινόμηση των αντικειμένων. Δημιούργησε κάρτες με έξι αντικείμενα του μακρόκοσμου, του μικρόκοσμου και του νανόκοσμου (που δεν περιλαμβάνονται στη ΔΜΑ) και πληροφορίες για αυτά, όπως το όργανο παρατήρησης. Στόχος ήταν να αξιολογηθεί η ικανότητα των μαθητών/μαθητριών, να χρησιμοποιούν το όργανο παρατήρησης ως κριτήριο για την ταξινόμηση αντικειμένων (που δεν διδάχθηκαν στη ΔΜΑ), στον μακρόκοσμο, στον μικρόκοσμο και στον νανόκοσμο. Δηλαδή, να διερευνήσουμε αν οι μαθητές/μαθήτριες γνωρίζοντας τα αναγκαία και επαρκή χαρακτηριστικά των εννοιών μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν για να αποφασίσουν αν συγκεκριμένα παραδείγματα εντάσσονται σε αυτές τις έννοιες (Siegler & Alibali, 2020·Peikos et al., 2022).

Συμμετέχοντες/συμμετέχουσες της έρευνας ήταν 22 μαθητές/μαθήτριες Στ’ Δημοτικού, που συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο, πριν και μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ. Εννέα συμμετείχαν στη διαδικασία της συνέντευξης, με κριτήριο επιλογής τη διαφορετική επίδοση στο μάθημα των ΦΕ στο σχολείο τους (υψηλή και μέτρια-χαμηλή επίδοση) και, παράλληλα, να είναι μαθητές/μαθήτριες, οι οποίοι/οποίες να εκφράζονται προφορικά με επάρκεια. Η κωδικοποίηση των δεδομένων ακολουθεί την παραγωγική ανάλυση περιεχομένου, με βάση τα επίπεδα κατανόησης που αναπτύχθηκαν σε προγενέστερη έρευνα (Peikos et al., 2022).

3. Αποτελέσματα

Σχετικά με τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου για το μικρότερο αντικείμενο που νομίζουν οι μαθητές/μαθήτριες ότι υπάρχει και του οργάνου παρατήρησης του, πριν την εφαρμογή, το υψηλότερο ποσοστό (περίπου 40%) ανέφερε ως το μικρότερο αντικείμενο, ένα αντικείμενο του μακρόκοσμου, καταγράφοντας λάθος όργανο παρατήρησης. Μετά την εφαρμογή, το υψηλότερο ποσοστό (περίπου 81%) των απαντήσεων περιλάμβανε ένα αντικείμενο του νανόκοσμου, με σαφής αναφορά του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου.

Αναφορικά με την ταξινόμηση, πριν την εφαρμογή, με βάση το ερωτηματολόγιο το μεγαλύτερο ποσοστό (περίπου 77%) δυσκολεύτηκε να ταξινομήσει τα αντικείμενα σε ομάδες με βάση το μέγεθός τους. Μετά την εφαρμογή, περίπου το 36%, ταξινόμησε σωστά όλα τα αντικείμενα ή κατάφερε να ταξινομήσει τουλάχιστον τα πέντε από οχτώ αντικείμενα (περίπου το 22%). Τα αποτελέσματα των συνεντεύξεων, για το έργο της ταξινόμησης των αντικειμένων, που δεν περιλαμβάνονται στη ΔΜΑ, δείχνουν ότι επτά από τους/τις εννέα μαθητές/μαθήτριες, μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ, κατάφεραν να εφαρμόσουν το ποιοτικό κριτήριο της ταξινόμησης. Αναλυτικότερα, ταξινόμησαν σωστά όλα τα αντικείμενα, στον μακρόκοσμο, στον μικρόκοσμο και στον νανόκοσμο, αναφέροντας το όργανο παρατήρησης ως κριτήριο για την ταξινόμηση του κάθε αντικειμένου. Για παράδειγμα, ένας μαθητής ανέφερε: *«Το σαλιγκάρι και την πασχαλίτσα τα έβαλα στον μακρόκοσμο, γιατί τα βλέπουμε με το μάτι, το λευκό αιμοσφαίριο και το βακτήριο της φυματίωσης στον μικρόκοσμο, γιατί δεν μπορούμε να τα δούμε με γυμνό μάτι και χρησιμοποιούμε το οπτικό μικροσκόπιο και τον κορονοϊό και τον ιό που προκαλεί την ιλαρά στον νανόκοσμο, γιατί τα βλέπω με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο».*

Όσον αφορά τη σειροθέτηση των αντικειμένων, πριν την εφαρμογή της ΔΜΑ, με βάση το ερωτηματολόγιο το 50% των μαθητών/μαθητριών σειροθέτησε λάθος τα αντικείμενα του μακρόκοσμου. Μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ, περίπου το 55% σειροθέτησε σωστά όλα τα αντικείμενα του μακρόκοσμου, του μικρόκοσμου και του νανόκοσμου, από το μεγαλύτερο προς το μικρότερο. Από τη συνέντευξη φάνηκε ότι εφάρμοσαν ένα σαφές κριτήριο της σειροθέτησης, όπως για παράδειγμα το κριτήριο της έγκλεισης π.χ. ένας μαθητής ανέφερε *«Επειδή χωράει μέσα στον ιό και έχουμε μάθει ότι, ό,τι χωράει μέσα στο άλλο είναι πιο μικρό».*

Για το φαινόμενο του λωτού, πριν την εφαρμογή, το υψηλότερο ποσοστό (περίπου 77%) εξήγησε το φαινόμενο ως μία Άμεση Διαδικασία, αναφέροντας λανθασμένους παράγοντες. Μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ, περίπου το 55% κατάφερε να εξηγήσει το φαινόμενο ως μία μεταβατική διαδικασία από τις Άμεσες στις Αναδυόμενες. Ειδικότερα, ανέφερε τη νανοδομή ως παράγοντα που προκαλεί το φαινόμενο, ενώ ένα μικρότερο ποσοστό (περίπου 14%) εξήγησε το φαινόμενο ως Αναδυόμενη Διαδικασία, αναφέροντας τη νανοδομή και τον αέρα ως παράγοντες, που προκαλούν το φαινόμενο. Από τις συνεντεύξεις και τα ιχνογραφήματα των μαθητών/μαθητριών φάνηκε ότι οι περισσότεροι/περισσότερες μαθητές/μαθήτριες είναι ικανοί/ικανές να αναπαραστήσουν τη νανοδομή του φύλλου και ένα μέρος των μαθητών/μαθητριών κατάφερε να αναπαραστήσει τη νανοδομή και τον αέρα.

4. Συμπεράσματα

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της μάθησης πριν την εφαρμογή της ΔΜΑ, με τα αποτελέσματα της μάθησης μετά την εφαρμογή, φαίνεται ότι η ΔΜΑ συνέβαλε θετικά στο να μετακινηθούν οι απαντήσεις των μαθητών/μαθητριών από αφελείς προς πιο επιστημονικές.

Σχετικά με το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, το σύνολο των απαντήσεων, μετά την παρέμβαση, περιλάμβανε ως το μικρότερο αντικείμενο ένα αντικείμενο του νανόκοσμου και το σωστό όργανο παρατήρησης, το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Μεγάλο μέρος των μαθητών/μαθητριών ταξινόμησε και σειροθέτησε σωστά όλα τα αντικείμενα, αναφέροντας το όργανο παρατήρησης ως κριτήριο για την κάθε ομάδα αντικειμένων. Τα ευρήματα του εν λόγω ερευνητικού ερωτήματος συγκλίνουν με τα ευρήματα πρόσφατων ερευνών (Mandrikas et al., 2020·Peikos et al., 2022). Από τις συνεντεύξεις φάνηκε πως οι μαθητές/μαθήτριες, μετά την παρέμβαση, εφάρμοζαν το ποιοτικό κριτήριο του οργάνου παρατήρησης, για την ταξινόμηση αντικειμένων, που δεν περιλαμβάνονταν στη ΔΜΑ, στον μακρόκοσμο, στον μικρόκοσμο και στον νανόκοσμο. Σχετικά με το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών/μαθητριών, εξήγησε το φαινόμενο ως μία μεταβατική διαδικασία από τις Άμεσες στις Αναδυόμενες, αναφέροντας σωστούς μεμονωμένους παράγοντες, όπως η νανοδομή του φύλλου. Το εύρημα αυτό, αποκλίνει από τα ευρήματα της προγενέστερης έρευνας των Peikos et al., (2022), στην οποία εφαρμόστηκε η ρητή διδασκαλία για τα χαρακτηριστικά των Άμεσων και Αναδυόμενων διαδικασιών. Στην εν λόγω έρευνα, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών/μαθητριών εξήγησε το φαινόμενο ως Αναδυόμενη Διαδικασία, αναφέροντας τη νανοδομή του φύλλου και του περιβάλλοντα αέρα, ως παράγοντες που προκαλούν το φαινόμενο. Το εύρημα αυτό χρήζει περαιτέρω μελέτης. Υποθέτουμε ότι μπορεί να οφείλεται στο πλαίσιο εφαρμογής της ΔΜΑ, π.χ. οι μαθητές/μαθήτριες δεν ήταν εξοικειωμένοι/εξοικειωμένες με τη διερευνητική προσέγγιση και την ομαδοσυνεργατική διδασκαλία, καθώς και σε άλλους παράγοντες που επηρέασαν τον χρόνο εφαρμογής της ΔΜΑ π.χ. διακοπή της ροής των μαθημάτων για πραγματοποίηση ενημερώσεων του σχολείου.

5. Βιβλιογραφία

Πέικος, Γ. (2022). Φαινόμενα και έννοιες στην κλίμακα του νάνο: Θέματα μάθησης και διδασκαλίας στο Δημοτικό Σχολείο [Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας].

Blonder, R., & Sakhnini, S. (2016). What Are the Basic Concepts of Nanoscale Science and Technology (NST) that Should Be Included in NST Educational Programs? In Kurt Winkelmann & B. Bhushan (Eds.), *Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education* (pp. 117–127). Springer.

Chi, M. (2008). Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift. In S. Vosniadou (Eds.), *International handbook of research on conceptual change* (pp. 61–82). Routledge.

Laherto, A. (2010). An Analysis of the Educational Significance of Nanoscience and Nanotechnology in Scientific and Technological Literacy. *Science Education International*, 21(3), 160–175.

Mandrikas, A., Michailidi, E., & Stavrou, D. (2020). Teaching nanotechnology in primary education. *Research in Science & Technological Education*, *38*(4), 377-395. https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1631783

Peikos, G., Spyrtou, A., Pnevmatikos, D., & Papadopoulou, P. (2022). A teaching learning sequence on nanoscience and nanotechnology content at primary school level: evaluation of students' learning. *International Journal of Science Education* https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2105976

Peikos, G., Spyrtou, A., Pnevmatikos, D., & Papadopoulou, P. (2023). Nanoscale science and technology education: primary school students' preconceptions of the lotus effect and the concept of size. *Research in Science & Technological Education*, 41(1), 89-106. https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1841149

Siegler, R., & Alibali, M. (2020). *The children's thinking*. Pearson.

Η Επίδραση της Παιχνιδοποίησης στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Σχεδιασμός Πειραματικής Έρευνας σε μαθητές/τριες της ΣΤ’ Δημοτικού στη μελέτη του Φαινομένου της Σκιάς

Σοφία Τσιάτσια, Μιχαήλ Καλογιαννάκης

Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Το ενδιαφέρον των ερευνητών/τριών έχει στραφεί προς τη παιχνιδοποίηση, όπου μελετάται η αποτελεσματικότητά της στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η εφαρμογή της έχει συνδεθεί με ενίσχυση των μαθησιακών αποτελεσμάτων αλλά και την κινητοποίηση των μαθητών/τριών. Στόχος της επικείμενης έρευνας είναι να διερευνήσει την επίδραση της παιχνιδοποίησης στην κατανόηση του φαινομένου της σκιάς και στην εσωτερική κινητοποίηση των μαθητών/τριών, συγκριτικά με τη μη παιχνιδοποιημένη διδασκαλία. Το δείγμα της έρευνας θα αποτελείται από μαθητές/τριες δύο τμημάτων ΣΤ' Δημοτικού, τα οποία θα διαμορφώνουν την πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου. Για τη συλλογή των δεδομένων της έρευνας πρόκειται να χορηγηθούν, πριν και μετά τις διδασκαλίες, τεστ αυτοαξιολόγησης της κατανόησης του φαινομένου της σκιάς, και ερωτηματολόγιο βασισμένο στο test IMT (Intrinsic Motivation Inventory), ενώ θα πραγματοποιηθούν και ημιδομημένες συνεντεύξεις με μαθητές/τριες και από τις δύο ομάδες.

Λέξεις κλειδιά: παιχνιδοποίηση,φαινόμενο σκιάς, φυσικές επιστήμες

Abstract

Researchers have turned their attention to gamification, studying its effectiveness in the teaching of science. Its application has been linked to enhancing learning outcomes and motivating students. The aim of the forthcoming research is to investigate the effect of gamification on students' understanding of the shadow phenomenon and their intrinsic motivation, compared to non-gamified teaching. The research sample will consist of students from two sections of primary school, which will form the experimental and control groups. For the collection of the survey data, a self-assessment test of the understanding of the shadow phenomenon and a questionnaire based on the IMT (Intrinsic Motivation Inventory) test will be administered before and after the lessons, and semi-structured interviews will be conducted with students from both groups.

Key words: gamification, science education, shadow phenomena

1. Εισαγωγή

Η τεχνολογία προχωράει με ραγδαίους ρυθμούς και μαζί της φέρνει νέες δυνατότητες και μέσα τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν από την εκπαίδευση. Η εκπαιδευτική έρευνα μπορεί να αξιοποιήσει τις δυνατότητες των ψηφιακών τεχνολογιών για να ενεργοποιήσει την εμπλοκή των μαθητών/τριών, ώστε να προκύψουν ποιοτικά μαθησιακά αποτελέσματα, αλλά και να καλλιεργηθούν δεξιότητες του 21ου αιώνα, όπως η κριτική σκέψη και επίλυση προβλήματος, η επικοινωνία, η συνεργασία και η δημιουργικότητα (Partnership for 21st Century Skills, 2019).

Αναφορικά με τις Φυσικές Επιστήμες (Φ.Ε.), στόχος είναι η απόκτηση επιστημονικής γνώσης αλλά και δεξιοτήτων του 21ου αιώνα. Αναζητούνται λοιπόν τρόποι και πρακτικές διδασκαλίας στηριζόμενες σε σύγχρονες θεωρίες μάθησης που θα ενισχύουν την εμπλοκή των μαθητών/τριών και θα έχουν ποιοτικά αποτελέσματα. Στη διδασκαλία των Φ.Ε. βρίσκει εφαρμογή η θεωρία του εποικοδομισμού, όπου οι μαθητές/τριες χρειάζεται να βασίζονται στις πρότερες γνώσεις και εμπειρίες τους, και ενεργά διαχειρίζονται τη διαδικασία της μάθησής τους (Chinn & Iordanou, 2023). Η μάθηση στις Φ.Ε. έρχεται και μέσα από αλληλεπίδραση μεταξύ των εμπλεκομένων, στοιχείο που εδράζει στην κοινωνικοπολιτισμική θεωρία του Vygotsky (Murphy, 2022). Οι διαφορετικές απόψεις αποτελούν πολύτιμο στοιχείο της διδασκαλίας, καθώς πάνω σε αυτές χρειάζεται να στηριχθεί ο/η εκπαιδευτικός για την οικοδόμηση της νέας γνώσης.

Παιχνιδοποίηση

Η εφαρμογή της παιχνιδοποίησης (gamification) στις Φ.Ε. έχει απασχολήσει την εκπαιδευτική έρευνα. Με τον όρο παιχνιδοποίηση εννοούμε για την αξιοποίηση στοιχείων παιχνιδιού σε ρεαλιστικά, μη παιχνιδοποιημένα περιβάλλοντα με στόχο την εμπλοκή των μαθητών/τριών (Kapp, 2012). Η παιχνιδοποίηση στη διδασκαλία των Φ.Ε. εμπλέκει τον/τη μαθητή/τρια σε μια ενεργό διαδικασία και τον/την υποστηρίζει ώστε, με ευχάριστο, παιχνιδοποιημένο τρόπο, να κατανοεί επιστημονικές έννοιες (Papadakis et al., 2023).

Η Παιχνιδοποίηση στις Φυσικές Επιστήμες

Το ενδιαφέρον των ερευνητών/τριών προς την παιχνιδοποίηση είναι αυξανόμενο. Οι υπέρμαχοι της παιχνιδοποίησης θεωρούν ότι η παιχνιδοποίηση ενισχύει την κινητοποίηση και την ενεργό εμπλοκή και επιτυγχάνει τους μαθησιακούς στόχους (Papadakis, et al., 2023), ενώ μέρος των ερευνών εκτιμά ότι η παιχνιδοποίηση στερείται θεωρητικού πλαισίου, καλλιεργεί την ανταγωνιστικότητα, δεν έχει μακροπρόθεσμα αποτελέσματα και ενεργοποιεί τα εξωτερικά κίνητρα για επιτυχία (Kalogiannakis et al., 2021).

Μια ολοκληρωμένη εφαρμογή παιχνιδοποίησης που να προωθεί τους σκοπούς της (Zeybek & Saygı, 2024) απαιτεί ολοκληρωμένο σχεδιασμό πάνω σε συναφές θεωρητικό πλαίσιο, σαφήνεια στους στόχους και αξιοποίηση των κατάλληλων στοιχείων παιχνιδιού που θα οδηγούν σε αυτούς, ενώ τα στοιχεία ενεργοποίησης της κινητοποίησης χρειάζεται να χαρακτηρίζονται από θετικό χαρακτήρα και προσανατολισμό και να υποστηρίζουν τη δημιουργία σχέσεων σεβασμού ανάμεσα στους συμμετέχοντες (Ryan & Deci, 2000˙ Khaldi et al., 2023).

Η παιχνιδοποίηση στο φαινόμενο της σκιάς

Η παιχνιδοποίηση μπορεί να λειτουργήσει υποστηρικτικά στη μάθηση ιδίως σε αντικείμενα που υπάρχουν δυσκολίες για τους/τις μαθητές/τριες. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το φαινόμενο της σκιάς, που αποτελεί τμήμα της οπτικής, κλάδου της φυσικής, και αναφέρεται στη συμπεριφορά και τις ιδιότητες του φωτός. Οι μαθητές/τριες έχουν συχνά εναλλακτικές αντιλήψεις που σχετίζονται με τις προϋποθέσεις εμφάνισης της σκιάς, της αλλαγής στο μέγεθός της αλλά και της κατεύθυνσής της (Akkas Baysal et al., 2022˙Miščević et al., 2021˙ Pantidos et al., 2017).

2. Μεθοδολογία

Σκοπός

Στην επικείμενη έρευνα θα διερευνηθεί η επίδραση της παιχνιδοποίησης στην κατανόηση του φαινομένου της σκιάς αλλά και στην ενεργοποίηση της εσωτερικής κινητοποίησης των μαθητών/τριών ΣΤ’ Δημοτικού στη διδασκαλία πλαισίου εμφάνισης του φαινομένου, συγκριτικά με την παραδοσιακή, μη παιχνιδοποιημένη μορφή της. Η παραδοσιακή διδασκαλία θα περιλαμβάνει μία Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (Δ.Μ.Α.) βασισμένη σε παρουσιάσεις και αξιοποίηση του σχολικού εγχειριδίου, ενώ η παιχνιδοποιημένη θα ακολουθεί μία Δ.Μ.Α που θα παρουσιάζεται σε μία ειδικά διαμορφωμένη πλατφόρμα, όπου οι μαθητές/τριες θα έχουν ρόλο ως χρήστες, θα ολοκληρώνουν προκλήσεις και θα ανατροφοδοτούνται με στοιχεία παιχνιδιού μέχρι την ολοκλήρωση του στόχου τους.

Επομένως, τα ερευνητικά ερωτήματα διαμορφώνονται ως εξής:

1ο ερώτημα: Σε ποιο βαθμό η παιχνιδοποιημένη μορφή της διδασκαλίας του φαινομένου της σκιάς ενισχύει την κατανόηση των μαθητών/τριών, συγκριτικά με την παραδοσιακή μορφή της;

2ο ερώτημα: Σε ποιο βαθμό η παιχνιδοποιημένη μορφή της διδασκαλίας του φαινομένου της σκιάς ενισχύει την εσωτερική κινητοποίηση των μαθητών/τριών για τη μελέτη του φαινομένου, σε σύγκριση με την παραδοσιακή μορφή της;

Οι δύο διδασκαλίες, θα ακολουθούν τα βασικά στάδια μιας Δ.Μ.Α., ενώ θα έχουν τα ίδια προσδοκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα και την ίδια διάρκεια και για τις δύο ομάδες οι οποίες θα ασχοληθούν με τις ίδιες διαστάσεις του φαινομένου της σκιάς.

Δειγματοληψία

Πρόκειται για μια ποσοτική έρευνα που η επιλογή του δείγματος θα πραγματοποιηθεί με τη μέθοδο της τυχαίας δειγματοληψίας. Προβλέπεται να συμμετάσχουν οι μαθητές/τριες σχολείου αστικής περιοχής του Ρεθύμνου. Η μία τάξη, αυτή της ερευνήτριας, έχει δυναμική 14 μαθητών/τριών και θα είναι η πειραματική ομάδα, ενώ η άλλη τάξη, με δυναμική 15 μαθητών/τριών, θα είναι η ομάδα ελέγχου.

Συλλογή δεδομένων

Για τη συλλογή των δεδομένων θα δοθεί και στις δύο ομάδες ένα φύλλο αξιολόγησης (pre test) που θα ανιχνεύει τις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών/τριών γύρω από τη σκιά για να ερευνηθεί η ύπαρξη εναλλακτικών αντιλήψεων γύρω από το αντικείμενο ενώ έχει προβλεφθεί και μία πιλοτική εφαρμογή. Επίσης, θα χορηγηθεί ερωτηματολόγιο βασισμένο στο Intrinsic Motivation Inventory για να μελετηθεί ο βαθμός κινητοποίησης των μαθητών/τριών. Στη συνέχεια, η πειραματική ομάδα θα κάνει χρήση της παιχνιδοποιημένης μορφής της διδασκαλίας, ενώ η ομάδα ελέγχου θα ακολουθήσει τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας. Μόλις ολοκληρωθούν και οι δύο διδασκαλίες, θα επαναληφθεί η χορήγηση των δύο εργαλείων. Τέλος, θα πραγματοποιηθούν συνεντεύξεις με μαθητές/τριες και από τις δύο ομάδες. Κατά την υλοποίηση της έρευνας θα ακολουθηθούν όλοι οι κανόνες δεοντολογίας της έρευνας και θα δοθούν οι σχετικές συναινέσεις γονέων και παιδιών (Petousi & Sifaki, 2020).

Η έρευνα αποτελεί μέρος μεταπτυχιακής εργασίας και βρίσκεται σε εξέλιξη. Κατά τη διάρκεια του συνεδρίου θα παρουσιαστούν το μεθοδολογικό πλαίσιο και ο σχεδιασμός της Δ.Μ.Α για το φαινόμενο της σκιάς για τις δύο ομάδες της έρευνας, καθώς και τα ερευνητικά εργαλεία και το πρωτόκολλο των συνεντεύξεων με τους/τις μαθητές/τριες.

3. Βιβλιογραφία

Akkas Baysal, E., Ocak, İ., & Aydogmus, I. (2022). Examining 5th Grade Students' Mental Models of Shadow, Solar Eclipse and Lunar Eclipse through Drawings: A Case Study. *Journal of Turkish Science Education, 19*(4), 1135-1154. https://doi.org/10.36681/tused.2022.166

Al-Azawi, R., Al-Faliti, F., & Al-Blushi, M. (2016). Educational gamification vs. game-based learning: Comparative study. *International journal of innovation, management and technology*, *7*(4), 132-136. https://doi.org/10.18178/ijimt.2016.7.4.659

Chinn A. C., & Iordanou, K. (2023). Theories of Learning. In *Handbook of research on science education*, 3-27. London: Routledge. ISBN: 9780367855758

Kalogiannakis, M., Papadakis, S., & Zourmpakis, A.I. (2021). Gamification in Science Education. A Systematic Review of the Literature. *Education Sciences*, *11*(1), 22, 1-36. https://doi.org/10.3390/educsci11010022

Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. Pfeiffer, San Francisco: John Wiley & Sons. ISBN: 978-1-118-09634-5

Khaldi, A., Bouzidi, R., & Nader, F. (2023). Gamification of e-learning in higher education: a systematic literature review. *Smart Learning Environments*, *10*(1), 10. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00227-z

Miščević, G., Blagdanić, S., & Bošnjak Stepanović, M. (2021). Knowledge in shadow–misconceptions related to light phenomena that are retained in spite of education. *Problems and perspectives of contemporary education*, 35-51. https://hdl.handle.net/21.15107/rcub_ipir_655

Murphy, C. (2022). Vygotsky and Science Education Research. In *Vygotsky and Science Education*, 47-64. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05244-6_4

Pantidos, P., Herakleioti, E., & Chachlioutaki, M.-E. (2017). Reanalysing children's responses on shadow formation: a comparative approach to bodily expressions and verbal discourse, *International Journal of Science Education, 39*, (18), 2508-2527. https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1392644

Papadakis, S., Zourmpakis, A. I., & Kalogiannakis, M. (2023). Analyzing the Impact of a Gamification Approach on Primary Students' Motivation and Learning in Science Education. In *International Conference on Interactive Collaborative Learning*, 701-711. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-26876-2_66

Partnership for 21st Century Skills. (2019). *Learning for the 21st century: Framework for 21st Century Learning*. Retrieved from P21_Framework_Brief.pdf (battelleforkids.org)

Petousi, V., & Sifaki, E. (2020). Contextualising harm in the framework of research misconduct. Findings from discourse analysis of scientific publications. *International Journal of Sustainable Development*, *23*(3-4), 149-174. https://doi.org/10.1504/IJSD.2020.10037655

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist, 55*(1), 68–78. https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68

Zeybek, N., & Saygı, E. (2024). Gamification in education: Why, where, when, and how? - A systematic review. *Games and Culture*, *19*(2), 237-264. https://doi.org/10.1177/15554120231158625

Σύνθεση Ερωτηματολογίου Αστρονομίας σχετικά με τις Φάσεις και την Έκλειψη της Σελήνης με Ένταξη Πολλαπλών Αναπαραστάσεων

Εμμανουηλία Τσιριγώτη, Ελένη Πετρίδου, Αναστάσιος Μολοχίδης
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Τα ερευνητικά ερωτήματα που δημιουργούνται για την διδακτική θεμάτων αστρονομίας απαιτούν την ανάπτυξη εργαλείων για τη συλλογή δεδομένων. Έτσι οι ερευνητές οδηγούνται στη σύνθεση και εγκυροποίηση διαφόρων ερωτηματολογίων, εργαλείων διαγνωστικού ελέγχου και ανάδειξης εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών για θέματα αστρονομίας. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η διαδικασία σύνθεσης ενός νέου ερωτηματολογίου, με αντικείμενο τις φάσεις και την έκλειψη της Σελήνης. Το ερωτηματολόγιο απευθύνεται σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και εστιάζει στη σύνδεση μεταξύ πολλαπλών αναπαραστάσεων και των φαινομένων που αναπαριστούν. Κεντρικό άξονα της εργασίας αποτελεί η προσαρμογή της επεξήγησης των μοντέλων, που χρησιμοποιούνται στο ερωτηματολόγιο.

Abstract

The research questions posed for teaching astronomy issues require the development of tools for data collection. Thus, the researchers develop and validate various astronomy questionnaires, which are tools for highlighting alternative ideas, diagnostic testing, etc. In this study, the development of a new questionnaire, aiming at the phases and the eclipse of the Moon, is presented. The questionnaire is designed to collect data from secondary school students and focuses on the connection between multiple representations and the phenomena that they represent. The main purpose of the study is the adaptation of the explanation of the models used in the questionnaire.

Λέξεις κλειδιά: ερωτηματολόγιο αστρονομίας, μοντέλα, πολλαπλές αναπαραστάσεις
Key words: astronomy questionnaire, models, multiple representations

1. Εισαγωγή

Οι αναπαραστάσεις είναι αντικείμενα που απεικονίζουν ή συμβολίζουν μία ιδέα, μία έννοια ή ένα φαινόμενο και αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της επιστήμης (Tang et al., 2014). Για την απεικόνιση σύνθετων φαινομένων των φυσικών επιστημών, χρησιμοποιούνται ευρέως πολλαπλές αναπαραστάσεις (multiple representations κατά Ainswoth, 1999). Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για να δηλώσει την πρακτική της αναπαράστασης μίας έννοιας μέσω διαφορετικών αναπαραστατικών μορφών (Prain & Waldrip, 2006). Μία από τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες αναπαραστάσεις είναι τα επιστημονικά μοντέλα τα οποία βιβλιογραφικά καταγράφονται ως αντικείμενα που αναπαριστούν το πρωτότυπο σε διαφορετική κλίμακα, με στόχο να υποστηρίξουν επεξηγήσεις και προβλέψεις για αυτό (Gilbert & Justi, 2016).

Η ανάγκη συλλογής δεδομένων με σκοπό μέσα από τη στατιστική τους ανάλυση να δοθούν αξιόπιστες απαντήσεις σε ερευνητικά ερωτήματα, οδήγησε στην ανάπτυξη εργαλείων σχετικά με την αστρονομία στην εκπαίδευση. Κάποια από αυτά, τα οποία περιέχουν, μεταξύ άλλων, ερωτήσεις σχετικά με τις φάσεις και την έκλειψη της Σελήνης είναι το Astronomy Diagnostic

Test 2.0 (Hufnagel, 2002), το Lunar Phases Concept Inventory (Lindell & Olsen, 2002) και το Test of Astronomy Standards (Slater, 2014).

Τα παραπάνω ερωτηματολόγια εξετάστηκαν υπό το πρίσμα των περιεχόμενων αναπαραστάσεων. Το ερώτημα που τέθηκε είναι αν οι ερευνητές που χρησιμοποιούν τα ερωτηματολόγια αυτά, ελέγχουν αν τα περιεχόμενα μοντέλα βοηθάνε στην κατανόηση της συσχέτισής τους με τα φαινόμενα που αναπαριστούν. Μέσα από μελέτη της βιβλιογραφίας φαίνεται η συσχέτιση αυτή να θεωρείται δεδομένη αφού δεν δίνεται η επεξήγηση της νοηματικής απόδοσης των μοντέλων. Επιπλέον, δεν διαφαίνεται οι ερευνητές να εξετάζουν τα δεδομένα από τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων προς αυτήν την κατεύθυνση.

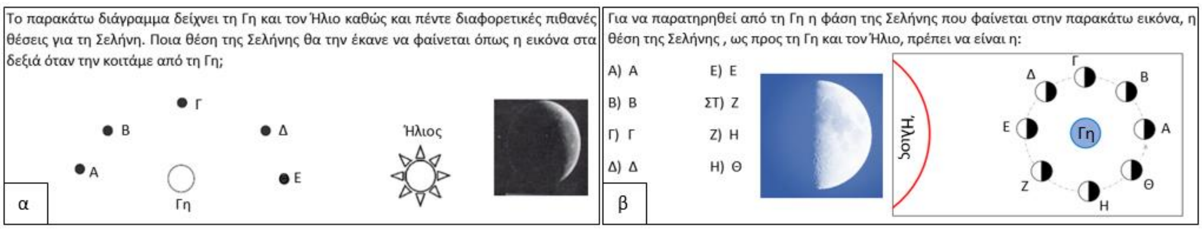
Κάποια άλλα ζητήματα που προέκυψαν από τη μελέτη των υπαρχόντων ερωτηματολογίων αφορούν: α) το επίπεδο των μαθητών, καθώς όλα απευθύνονται σε απόφοιτους Λυκείου και φοιτητές, β) το περιεχόμενο, καθώς περιλαμβάνουν γενικές ερωτήσεις που αφορούν διάφορα θέματα αστρονομίας, με εξαίρεση το LPCI, το οποίο εστιάζει στις φάσεις της Σελήνης και γ) τις εικονικές αναπαραστάσεις που χρησιμοποιούνται στη μοντελοποίηση, οι οποίες σε όλα τα ερωτηματολόγια είναι ασπρόμαυρα εικόνες.

Τα παραπάνω οδήγησαν στην σκέψη δημιουργίας ενός νέου ερωτηματολογίου αστρονομίας για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, εστιασμένου γνωστικού περιεχομένου, στο οποίο οι χρησιμοποιούμενες στη μοντελοποίηση εικονικές αναπαραστάσεις θα είναι έγχρωμες, οικείες με την καθημερινότητα, με σκοπό την καλύτερη νοηματοδότητηση των φαινομένων, η οποία θα ενισχύεται από την επεξήγηση του μοντέλου των περιεχόμενων αναπαραστάσεων.

Το ερευνητικό ερώτημα της παρούσας εργασίας είναι: Σε ποιο βαθμό η ρητή επεξήγηση των μοντέλων που χρησιμοποιούνται σε ερωτηματολόγιο αστρονομίας για τις φάσεις και την έκλειψη Σελήνης συμβάλλει στη νοηματοδότηση των φαινομένων;

2. Μεθοδολογία

Το ερωτηματολόγιο που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας περιλαμβάνει τις φάσεις και την έκλειψη της Σελήνης. Τα μοντέλα που δημιουργήθηκαν επικεντρώθηκαν στο σύστημα των τριών ουράνιων σωμάτων Γης-Ηλίου-Σελήνης με χρήση πολλαπλών αναπαραστάσεων. Υποστηρίζεται ότι για να είναι δυνατή η αποκωδικοποίηση ενός μοντέλου είναι απαραίτητος ένας ξεκάθαρος συμβολισμός με τη βοήθεια χρωμάτων, σχημάτων κ.α. (Galano et al., 2018). Έτσι, οι αναπαραστάσεις που χρησιμοποιούνται στις ερωτήσεις είναι έγχρωμες με σκοπό την καλύτερη νοηματοδότηση των φαινομένων που διαπραγματεύονται αλλά και τη διασύνδεσή τους με την καθημερινότητα. Στην Εικόνα 1 φαίνεται ένα παράδειγμα αντιπαράθεσης ερώτησης ενός ξένου ερωτηματολογίου με μία ερώτηση του νέου.



Εικόνα 1. α) Ερώτηση του ADT (Hufnagel, 2002), β) Ερώτηση του νέου ερωτηματολογίου

Επιπλέον, ερευνητές αναφέρουν ότι σε δεδομένα μοντέλα, τα εικονικά σύμβολα με πολλές πιθανές ερμηνείες θα πρέπει να αναφέρονται ρητά (Testa et al., 2014). Έτσι η καινοτομία του ερωτηματολογίου που αναπτύχθηκε έγκειται στην ύπαρξη επεξηγηματικής εισαγωγής, η οποία περιέχει την αποκωδικοποίηση των μοντέλων που περιέχονται στις ερωτήσεις, με σκοπό την εξασφάλιση της νοηματοδοτούμενης, για τους μαθητές, χρήσης μοντέλων. Στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται ένα απόσπασμα της επεξηγηματικής εισαγωγής.

Το μοντέλο

Ο Ήλιος φωτίζει πάντα την μισή επιφάνεια της Σελήνης, όπως και της Γης. Ο παρατηρητής όμως από τη Γη βλέπει όλη τη φωτιζόμενη επιφάνεια ή μέρος της ή και καθόλου ανάλογα με τη θέση του στη Γη.

Το άσπρο μέρος του κύκλου απεικονίζει το φωτεινό μέρος της Σελήνης που βλέπει ο παρατηρητής από τη Γη, ενώ αντίστοιχα το μαύρο μέρος του κύκλου απεικονίζει το σκοτεινό μέρος της Σελήνης το οποίο δεν φαίνεται από τη Γη. Η παρακάτω εικόνα δίνει τη συσχέτιση της φωτογραφίας με το αντίστοιχο μοντέλο.

Εικόνα 2. Απόσπασμα της επεξηγηματικής εισαγωγής του νέου ερωτηματολογίου

Σε πρώτη φάση το ερωτηματολόγιο διαμοιράσθηκε σε δείγμα μαθητών 15-16 ετών (Γ’ Γυμνασίου και Α’ Λυκείου του Πειραματικού Σχολείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης), το οποίο διαχωρίστηκε σε δύο ομάδες ελέγχου. Με σκοπό την ανίχνευση της συμβολής της επεξηγηματικής εισαγωγής στα μαθησιακά αποτελέσματα, στην πρώτη ομάδα δόθηκε το ερωτηματολόγιο χωρίς την επεξηγηματική εισαγωγή, ενώ στη δεύτερη με την επεξηγηματική εισαγωγή.

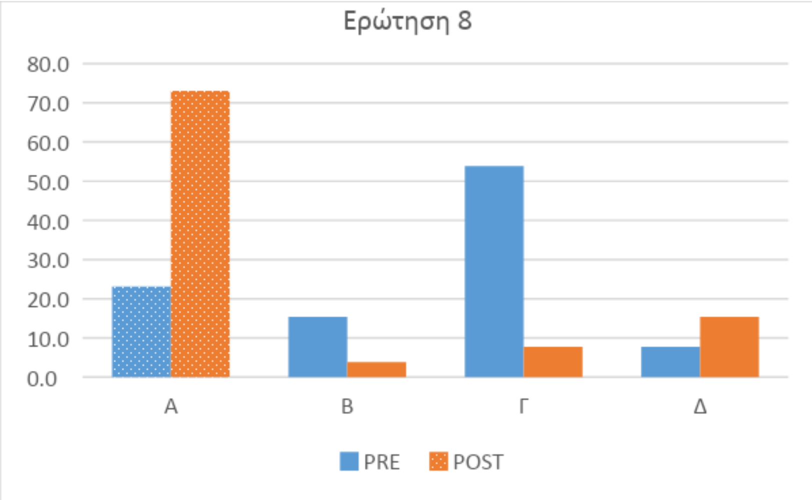
Σε επόμενο στάδιο της ερευνητικής διαδικασίας, με κεντρικό στοιχείο το νέο ερωτηματολόγιο, τέθηκε το ζήτημα της λειτουργικότητας αυτού. Δηλαδή, κατά πόσο το ερωτηματολόγιο, ως ερευνητικό εργαλείο, έχει την ικανότητα να ανιχνεύσει τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, να αναγνωρίζει την αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών μετά από μία διδασκαλία κ.ά..

Το ερωτηματολόγιο περιέχει ερωτήσεις γνώσεων και κατανόησης των φαινομένων των φάσεων και της έκλειψης της Σελήνης, επομένως μετά από μία σχετική διδασκαλία αναμένεται οι μαθητές σε κάποιο βαθμό να έχουν αναθεωρήσει σε κάποια ζητήματα που αφορούν τα δύο φαινόμενα. Αν το ερωτηματολόγιο είναι λειτουργικό, αναμένεται να “αναγνωρίσει” την αλλαγή αυτή των μαθητών.

Με στόχο λοιπόν, να ελεγχθεί η λειτουργικότητα του ερωτηματολογίου ως προς την ικανότητά του να εντοπίζει την αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών μετά από διδασκαλία, πραγματοποιήθηκε έρευνα σε 26 μαθητές Α’ Λυκείου ενός δημόσιου σχολείου. Για την έρευνα σχεδιάστηκε διδασκαλία μίας διδακτικής ώρας, κατά την οποία διαπραγματεύονται βασικές έννοιες των φαινομένων. Οι μαθητές συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο πριν και μετά από τη διδασκαλία.

3. Αποτελέσματα

Η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με χρήση του στατιστικού προγράμματος SPSS. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν τη συμβολή της επεξηγηματικής εισαγωγής καθώς εμφανίστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων ελέγχου, οι οποίες συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο με και χωρίς την εισαγωγή. Ο δεύτερος έλεγχος, ο οποίος αφορούσε την ικανότητα του ερωτηματολογίου να αναγνωρίζει την αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών μετά από διδασκαλία, εμφάνισε επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των pre και post-tests των μαθητών. Ενδεικτικά, παρακάτω παρουσιάζονται γραφικά τα αποτελέσματα των pre (μπλε) και post tests (πορτοκαλί) των μαθητών της Α’ Λυκείου σε μία ερώτηση, στο οποίο φαίνεται η μεταβολή στις απαντήσεις των μαθητών (με διάστικτο γέμισμα απεικονίζεται η σωστή απάντηση).



Εικόνα 3. Ενδεικτικά αποτελέσματα ερώτησης από τα pre και post tests της Α' Λυκείου

4. Συμπεράσματα

Η εργασία παρουσιάζει τη σύνθεση ενός νέου ερωτηματολογίου αστρονομίας με προτεινόμενα στοιχεία και πρακτικές που φαίνεται να ενισχύουν τα μαθησιακά αποτελέσματα. Τα στοιχεία αυτά είναι: α) Το γνωστικό περιεχόμενο είναι πολύ εστιασμένο, όσον αφορά τις φάσεις και την έκλειψη Σελήνης με κεντρικό άξονα το σύστημα των τριών ουράνιων σωμάτων, πράγμα που βοηθάει στην καλύτερη κατανόηση των φαινομένων που μελετώνται, β) Τα ερωτηματολόγια διαμοιράζονται έγχρωμα με σκοπό την καλύτερη νοηματοδότηση των εννοιών που διαπραγματεύονται οι περιεχόμενες αναπαραστάσεις, γ) Η επεξηγηματική εισαγωγή των μοντέλων που περιέχεται στο ερωτηματολόγιο δίνει τη δυνατότητα να εξασφαλιστεί η συσχέτιση μεταξύ μοντέλου – φαινομένου.

5. Βιβλιογραφία

Ainsworth Shaaron (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education 33,* 2-3, 131–152. https://doi.org/10.1016/S0360-1315(99)00029-9

Galano, S., Colantonio, A., Leccia, S., Marzoli, I., Puddu, E., & Testa, I. (2018). Developing the use of visual representations to explain basic astronomy phenomena. *Physical Review Physics Education Research*, *14*(1), 010145. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010145

Hufnagel, B. (2002). Development of the astronomy diagnostic test. *Astronomy Education Review*, *1*(1), 47-51. https://doi.org/10.3847/AER2001004

Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2016). Modelling-based teaching in science education. Springer. ISBN 978-3-319-29039-3 (eBook). https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3

Lindell, R. S., & Olsen, J. P. (2002). Developing the lunar phases concept inventory. In *Proceedings of the 2002 Physics Education Research Conference*. New York: PERC Publishing.

Prain, V., & Waldrip, B. (2006). An exploratory study of teachers' and students' use of multi-modal representations of concepts in primary science. *International Journal of Science Education*, *28*(15), 1843-1866. https://doi.org/10.1080/09500690600718294

Slater, S. J. (2014). The development and validation of the Test Of Astronomy STandards (TOAST). *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education (JAESE)*, *1*(1), 1-22. https://doi.org/10.19030/jaese.v1i1.9102

Tang, K. S., Delgado, C., & Moje, E. B. (2014). An integrative framework for the analysis of multiple and multimodal representations for meaning-making in science education. *Science education*, *98*(2), 305-326. https://doi.org/10.1002/sce.21099

Testa, I., Leccia, S., & Puddu, E. (2014). Astronomy textbook images: Do they really help students?. *Physics Education*, *49*(3), 332. https://doi.org/10.1088/0031-9120/49/3/332

ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ

Ανάπτυξη μιας ενοποιημένης ταυτότητας STEM διδασκαλίας για την εκπαίδευση για το κλίμα: Το πρόγραμμα STEM-id

Αιμιλία Μιχαηλίδη, Ελένη Μποτζάκη, Αθανασία Κοκολάκη, Δημήτρης Σταύρου
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Το πρόγραμμα STEM-id ανταποκρίνεται στην ανάγκη για μια ενοποιημένη προσέγγιση STEM διδασκαλίας στον απόηχο της όξυνσης της κλιματικής αλλαγής. Σε μια πρώτη φάση, οκτώ εκπαιδευτικοί φυσικών επιστημών (4 φυσικοί και 4 εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης) συνεργάζονται με ερευνητές της διδακτικής των φυσικών επιστημών και της κλιματικής επιστήμης για να αναπτύξουν STEM ενότητες για την κλιματική αλλαγή. Σε μια δεύτερη φάση, 24 εν ενεργεία εκπαιδευτικοί θα χρησιμοποιήσουν αυτό το υλικό με την υποστήριξη μεντόρων για την προώθηση της ανάπτυξης μιας ταυτότητας STEM διδασκαλίας μέσω συμβουλευτικής καθοδήγησης. Το STEM-id στοχεύει να παρέχει πληροφορίες σχετικά με αποτελεσματικά πλαίσια και εμπειρίες για την ανάπτυξη ταυτότητας STEM διδασκαλίας εστιάζοντας στην εκπαίδευση για το κλίμα.

Abstract

The STEM-id project responds to the critical need for an integrated STEM teaching approach in the wake of accelerating climate change. In a first phase eight qualified science teachers (4 physics teachers and 4 primary teachers) collaborate with science education and climate science researchers to create integrated STEM modules on climate change. In a second phase, 24 in-service teachers will use these materials with the support of mentors to promote STEM teacher identity development through group mentoring. STEM-id aims to provide insights into effective contexts and experiences for STEM teaching identity development, focusing on climate education.

Λέξεις κλειδιά: STEM διδακτική ταυτότητα, εκπαίδευση για το κλίμα, ανάπτυξη διδακτικής ταυτότητας

Key words: STEM teacher identity, climate education, teacher identity development

1. Εισαγωγή

Η κλιματική αλλαγή συνιστά ένα εγγενώς διεπιστημονικό πεδίο, στο οποίο αλληλεπιδρούν πολλά επιστημονικά πεδία, περιλαμβάνει μια πληθώρα κοινωνικών πτυχών και σχετίζεται με πολλά τρέχοντα προβλήματα του πραγματικού κόσμου. Επομένως, η εκπαιδευτική του διαπραγμάτευση απαιτεί μια ενοποιημένη προσέγγιση STEM διδασκαλίας όπου συγκλίνουν διάφοροι κλάδοι S-T-E-M, προκειμένου οι μελλοντικοί πολίτες να εφοδιαστούν με i) γνώσεις σχετικά με τις αιτίες, τις συνέπειες και τα μέτρα μετριασμού-προσαρμογής της κλιματικής αλλαγής και ii) ικανότητες βιωσιμότητας (Bianchi et al., 2022).

Ωστόσο, πρόσφατες έρευνες αποκαλύπτουν ότι οι εκπαιδευτικοί φυσικών επιστημών τόσο της πρωτοβάθμιας όσο και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην υιοθέτηση μιας ενοποιημένης STEM διδακτικής προσέγγισης (Corp et al., 2020), επομένως πρέπει να σχεδιαστούν κατάλληλα προγράμματα επαγγελματικής ανάπτυξης.

Ένας πρόσφατα υιοθετημένος φακός για τη μελέτη της επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών είναι η κατασκευή της *ταυτότητας διδασκαλίας* (Avraamidou, 2014). Η ταυτότητα διδασκαλίας περιλαμβάνει τους τρόπους με τους οποίους οι εκπαιδευτικοί τοποθετούν και αντιλαμβάνονται τον εαυτό τους σχετικά με τη διδασκαλία, τη μάθηση, το εκάστοτε γνωστικό αντικείμενο, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο οι άλλοι τους αναγνωρίζουν ως εκπαιδευτικούς. Η διεπιστημονική STEM προσέγγιση καλεί τους εκπαιδευτικούς να μην περιορίζονται στον ρόλο του εκπαιδευτικού ενός μόνο γνωστικού αντικειμένου αλλά να χτίζουν γέφυρες μεταξύ των S-T-E-M πεδίων και των προκλήσεων του πραγματικού κόσμου. Για να εφαρμόσουν αποτελεσματικά οι εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών μια ενοποιημένη STEM προσέγγιση διδασκαλίας, καλούνται να υπερβούν την ταυτότητα διδασκαλίας των επιμέρους γνωστικών αντικειμένων και να την ευθυγραμμίσουν με μια πιο ενοποιημένη ταυτότητα STEM διδασκαλίας (Galanti & Holincheck, 2022).

Η ανάπτυξη της διδακτικής ταυτότητας μπορεί να υποστηριχθεί μέσω της συμμετοχής των εκπαιδευτικών σε κοινότητες μάθησης, μέσω της ενασχόλησης με συγκεκριμένες επαγγελματικές δραστηριότητες και κατά τη διάρκεια της ερμηνείας, της αφήγησης και συνεπώς της αναγνώρισης αυτής της συμμετοχής από τον εαυτό και τους άλλους (Luehmann, 2007).

Με βάση τα προαναφερθέντα ζητήματα, το πρόγραμμα STEM-id φιλοδοξεί να υποστηρίξει την αναδόμηση των ταυτοτήτων των εκπαιδευτικών φυσικών επιστημών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης προς την κατεύθυνση μιας πιο ενοποιημένης ταυτότητας STEM διδασκαλίας για την κλιματική αλλαγή. Συγκεκριμένα, το STEM-id στοχεύει να εξοπλίσει με οργανωμένο τρόπο εν ενεργεία εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με τις απαραίτητες γνώσεις επιστημονικού περιεχομένου, το ρεπερτόριο των μεθόδων διδασκαλίας και τις ευκαιρίες δομημένου προβληματισμού για να αναπτύξουν τις ταυτότητες STEM διδασκαλίας και να διαπραγματευτούν αποτελεσματικά θέματα κλιματικής αλλαγής και τις κοινωνικές τους προεκτάσεις.

Το κύριο ερευνητικό ερώτημα που καθοδηγεί τη μεθοδολογία του προγράμματος STEM-id είναι:

Πώς οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί φυσικών επιστημών αναπτύσσουν μια ενοποιημένη ταυτότητα STEM διδασκαλίας στο πλαίσιο της εκπαίδευσης για την κλιματική αλλαγή με την υποστήριξη μεντόρων εκπαιδευτικών;

2. Μεθοδολογία

Το έργο STEM-id είναι δομημένο σε τρεις διαδοχικές φάσεις.

Η πρώτη φάση ξεκινά με τη διαμόρφωση μιας Κοινότητας Μάθησης που αποτελείται από ερευνητές/τριες της εκπαίδευσης STEM, ερευνητές/τριες της επιστήμης του κλίματος και οκτώ εν ενεργεία εκπαιδευτικούς φυσικών επιστημών υψηλών προσόντων. Στόχος αυτής της φάσης είναι η διαμόρφωση ενός κοινού επιστημονικού, θεωρητικού και μεθοδολογικού εδάφους σχετικά με τα βασικά στοιχεία της επιστήμης του κλίματος και της διεπιστημονικής διδασκαλίας STEM που πραγματοποιείται μέσω δια ζώσης και διαδικτυακών εργαστηρίων.

Σε μια δεύτερη φάση, η Κοινότητα Μάθησης θα σχεδιάσει και θα αναπτύξει μια ολοκληρωμένη STEM διδακτική ενότητα για την κλιματική αλλαγή, η οποία θα εφαρμοστεί πιλοτικά από τους 8 εν ενεργεία εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών.

Στην τρίτη φάση, κάθε ένας από τους 8 εκπαιδευτικούς της αρχικής κοινότητας μάθησης θα λειτουργήσει ως μέντορας μέσω ομαδικής συμβουλευτικής καθοδήγησης και θα εισάγει άλλους 3-4 εκπαιδευτικούς στα θεμελιώδη στοιχεία της STEM διδακτικής ενότητας στο πλαίσιο νέων κοινοτήτων μάθησης. Συγκεκριμένα η διδακτική ενότητα που αναπτύχθηκε στην προηγούμενη φάση θα αποτελέσει το αντικείμενο και το μέσο ανάπτυξης της ταυτότητας STEM διδασκαλίας για εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Μετά την εξοικείωση με την STEM διδακτική ενότητα, οι συμμετέχοντες/ουσες εκπαιδευτικοί θα κληθούν να εφαρμόσουν την STEM ενότητα στις τάξεις τους.

Για τη συλλογή δεδομένων θα αξιοποιηθούν:

· *Ερωτηματολόγια,* τα οποία θα είναι εστιασμένα στις αρχικές αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη STEM διδακτική προσέγγιση και στον αυτοπροσδιορισμό των εκπαιδευτικών ως προς τη STEM διδασκαλία και τη διδασκαλία της Κλιματικής Αλλαγής

· *Συνεντεύξεις με τους/τις μέντορες εκπαιδευτικούς,* που θα αποκαλύψουν τις εντάσεις ταυτότητας που βιώνουν ως μέντορες μιας STEM διδασκαλίας για Κλιματική Αλλαγή αλλά και την αποτελεσματικότητα συγκεκριμένων πρακτικών συμβουλευτικής καθοδήγησης

· *Ομάδες εστίασης με τους εκπαιδευόμενους εκπαιδευτικούς,* που θα επικεντρώνονται στις ανάγκες των εκπαιδευτικών και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν κατά τη διεξαγωγή μιας STEM διδασκαλίας για την Κλιματική Αλλαγή, στις εντάσεις ταυτότητας που βιώνουν ως STEM εκπαιδευτικοί και τη συμβολή της συμβουλευτικής καθοδήγησης στην υπέρβασή τους

· *Βιντεοσκόπηση όλων των συνεδριών συμβουλευτικής καθοδήγησης των κοινοτήτων μάθησης*, από την οποία θα αναδειχθεί η επιτέλεση (performance) της STEM διδασκαλίας των εκπαιδευόμενων εκπαιδευτικών, πτυχές της STEM ταυτότητάς τους αλλά και πτυχές της ταυτότητας STEM διδασκαλίας.

Η ανάλυση των δεδομένων κατά τα διάφορα στάδια του προγράμματος θα λειτουργήσει ως εργαλείο παρακολούθησης για την πρόοδο και την ποιότητα των δραστηριοτήτων του έργου. Ταυτόχρονα, θα παρέχει στην ερευνητική ομάδα την απαραίτητη ανατροφοδότηση και κατευθυντήριες γραμμές για την ανάπτυξη μιας διεπιστημονική STEM διδακτικής ενότητας σχετικά με την κλιματική αλλαγή και για τη διαμόρφωση ενός πλαισίου για την επαγγελματική ανάπτυξη STEM εκπαιδευτικών.

3. Αναμενόμενα αποτελέσματα και Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα του προγράμματος STEM-id αναμένεται να δημιουργήσουν μια καλύτερη κατανόηση αναφορικά με την επαγγελματική ανάπτυξη των εν ενεργεία εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών σχετικά με την ενοποιημένη STEM διδακτική προσέγγιση για τη διδασκαλία της Κλιματικής Αλλαγής μέσα από τον «φακό» της ταυτότητας διδασκαλίας.

Καθώς το ερευνητικό αυτό πρόγραμμα εξετάζει την ανάπτυξη μιας ενοποιημένης ταυτότητας STEM διδασκαλίας των εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών, θα εξαχθούν πολύ χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με τα χαρακτηριστικά των πλαισίων, των πόρων και των εμπειριών που είναι κατάλληλες για την ενίσχυση μιας τέτοιας ανάπτυξης.

Συγκεκριμένα, μέσω της συνεχούς αξιολόγησης όλων των σταδίων του προγράμματος STEM-id, θα εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με:

· το πεδίο σύγκλισης που μπορεί να επιτευχθεί μεταξύ της εκπαίδευσης STEM και του πλαισίου για τις ικανότητες βιωσιμότητας στο πλαίσιο του διεπιστημονικού αντικειμένου των επιστημών του κλίματος,

· την αξιοποίηση των χαρακτηριστικών του εκπαιδευτικού υλικού και της διαδικασίας συμβουλευτικής καθοδήγησης ως πόρων για την ανάπτυξη της ταυτότητας STEM διδασκαλίας για την Κλιματική Αλλαγή

· τις διαφορετικές διαδρομές που ακολουθούν οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης προς την ανάπτυξη μιας ενοποιημένης ταυτότητας STEM διδασκαλίας .

Ο μακροπρόθεσμος κοινωνικός αντίκτυπος του προγράμματος STEM-id σχετίζεται με τον κλιματικό γραμματισμό των μαθητών και των μαθητριών. Σε μια κοινωνική πραγματικότητα που βιώνει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, θεωρείται απαραίτητο για τους πολίτες να αποκτήσουν θεμελιώδη γνώση αυτού του τομέα και να αναπτύξουν ικανότητες βιωσιμότητας ως μέσο που θα τους δώσει τη δυνατότητα (i) να αναλάβουν δράση για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής και να προσαρμοστούν στην τη νέα περιβαλλοντική κατάσταση και (ii) να λαμβάνουν επιστημονικά τεκμηριωμένες αποφάσεις για θέματα που σχετίζονται με πτυχές της κλιματικής αλλαγής.

5. Βιβλιογραφία

Avraamidou, L. (2014). Studying science teacher identity: Current insights and future research directions. *Studies in Science Education, 50*(2), 145-179. https://doi.org/10.1080/03057267.2014.937171

Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera Giraldez, M. (2022). *GreenComp: The European sustainability competence framework*. Publications Office of the European Union.

Corp, A., Fields, M., & Naizer, G. (2020). Elementary STEM teacher education: Recent practices to prepare general elementary teachers for STEM. In C. C. Johnson, M. J. Mohr-Schroeder, T. J. Moore, & L. D. English (Eds.), *The handbook of research on STEM education* (pp. 337–348). Routledge.

Galanti, T. M., & Holincheck, N. (2022). Beyond content and curriculum in elementary classrooms: conceptualizing the cultivation of integrated STEM teacher identity. *International Journal of STEM Education, 9*(1), 1-10. https://doi.org/10.1186/s40594-022-00358-8

Hanna, F., Oostdam, R., Severiens, S. E., & Zijlstra, B. J. (2020). Assessing the professional identity of primary student teachers: Design and validation of the Teacher Identity Measurement Scale. *Studies in Educational Evaluation, 64*, 100822. https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.100822

Luehmann, A. L. (2007). Identity development as a lens to science teacher preparation. *Science education, 91*(5), 822-839. https://doi.org/10.1002/sce.20209