

4^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΝΕΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΩΝ/ΤΡΙΩΝ

στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών
& Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

16 – 18
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ
2022

Τευχίδιο Εργασιών Ομάδα Γ



4^ο ΣΝΕ – Τευχίδιο Εργασιών: Ομάδα Γ

Μέντορες:

Πέτρος Καριώτογλου, Ομότιμος Καθηγητής, Π.Τ.Ν., Π.Δ.Μ.

Γεώργιος Παπαγεωργίου, Καθηγητής, Π.Τ.Δ.Ε., Δ.Π.Θ.

Άγγελος Σοφιανίδης, ΕΔΙΠ, Π.Τ.Ν., Π.Δ.Μ.

Δημήτριος Σταμοβλάσης, Αναπλ. Καθηγητής, Τμήμα Φιλοσ. & Παιδαγ., Α.Π.Θ.

Κωνσταντίνα Στεφανίδου, ΕΔΙΠ, Π.Τ.Δ.Ε., Ε.Κ.Π.Α.

Το σώμα των μεντόρων, σε κάθε συνεδρία, συντονίζεται από διμελές προεδρείο, όπως φαίνεται αναλυτικά στις συνεδρίες παρακάτω.

Συμμετέχοντες:

Αλκίνοος Ιωάννης Ζουρμπάκης, Υποψήφιος διδάκτορας, Π.Τ.Π.Ε., Πανεπιστήμιο Κρήτης

Χαρά Μπιτσάκη, Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, Π.Τ.Δ.Ε., Πανεπιστήμιο Κρήτης

Ελένη Κανελλιά, Υποψήφια Διδάκτωρ, Τμήμα Φιλοσοφίας και Παιδαγωγικής, Α.Π.Θ.

Γλυκερία Σκευά, Μεταπτυχιακή φοιτήτρια, Π.Τ.Δ.Ε., Δ.Π.Θ.

Χριστίνα Ντινολάζου, Υποψήφια διδάκτορας, Π.Τ.Ν., Π.Δ.Μ.

Στυλιανή Κλαυδιανού, Υποψήφια διδάκτορας, Τμήμα Φυσικής, Α.Π.Θ.

Δέσποινα Βαλσαμούλη, Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, Τμήμα Εκπαιδευτικής & Κοινωνικής Πολιτικής, ΠΑ.ΜΑΚ.

Νικόλαος Γαλάνης, Υποψήφιος Διδάκτορας, Π.Τ.Δ.Ε., Α.Π.Θ.

Παρασκευή 16 Σεπτεμβρίου

Συνεδρία 1

Προεδρείο μεντόρων: Δημήτριος Σταμοβλάσης, Κωνσταντίνα Στεφανίδου

Στυλιανή Κλαυδιανού (*Αναστάσιος Μολοχίδης*) ... σελίδα 5
Διερεύνηση Διδακτικών Παρεμβάσεων σε Μαθητές Λυκείου, σε θέματα σύγχρονης φυσικής, με αξιοποίηση πολλαπλών αναπαραστάσεων

Δέσποινα Βαλαμούλη (*Ιωάννης Λεύκος*) ... σελίδα 11
Ανάλυση και αξιολόγηση διερευνητικών δραστηριοτήτων που υλοποιούνται στο πλαίσιο ψηφιακών μαθησιακών σεναρίων

Σάββατο 17 Σεπτεμβρίου

Συνεδρία 2

Προεδρείο μεντόρων: Γεώργιος Παπαγεωργίου, Κωνσταντίνα Στεφανίδου

Γλυκερία Σκεύα (*Αναστάσιος Ζουπίδης*) ... σελίδα 16
Απόψεις εκπαιδευτικών των φυσικών επιστημών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, για πτυχές της φύσης της επιστήμης: η περίπτωση της σχέσης των επιστημονικών νόμων έναντι των θεωριών

Νικόλαος Γαλάνης (*Γεώργιος Μαλανδράκης*) ... σελίδα 21
Το Ενεργειακό Αποτύπωμα και η διερεύνηση του επιπέδου κατανόησής του από μαθητές/τριες της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Προσπάθεια για εννοιολογική ανάπτυξη και ενεργό συμμετοχή τους στη μείωσή του μέσω διδακτικής παρέμβασης

Συνεδρία 3

Προεδρείο μεντόρων: Πέτρος Καριώτογλου, Άγγελος Σοφιανίδης

Ελένη Κανελλιά (*Δημήτριος Σταμοβλάσης*) ... σελίδα 26
Εννοιολογική αλλαγή στις Φυσικές Επιστήμες: Διερεύνηση της επίδρασης γνωστικών μεταβλητών στη συνεκτικότητα της γνώσης των παιδιών

Χριστίνα Ντινολάζου (*Πηνελόπη Παπαδοπούλου*) ... σελίδα 33
Το μοντέλο Ιδέες - Κόσμος - Τεκμήρια ως εργαλείο σχεδιασμού μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για την Οικολογία

Κυριακή 18 Σεπτεμβρίου

Συνεδρία 4

Προεδρείο μεντόρων: Γεώργιος Παπαγεωργίου, Άγγελος Σοφινίδης

Χαρά Μπιτσάκη (*Δημήτριος Σταύρου*) ... σελίδα 38

Διερεύνηση των Διασυνδέσεων STEM πεδίων σε διδακτική ενότητα
Νανοτεχνολογίας από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς

Αλκίνοος Ιωάννης Ζουρμπάκης (*Μιχαήλ Καλογιαννάκης*) ... σελίδα 42

Σχεδιασμός και ανάπτυξη μεθοδολογίας για την κατασκευή εφαρμογών
Προσαρμοστικής Παιχνιδοποίησης στις Φ.Ε

Διερεύνηση Διδακτικών Παρεμβάσεων σε Μαθητές Λυκείου, σε θέματα σύγχρονης φυσικής, με αξιοποίηση πολλαπλών αναπαραστάσεων

Στυλιανή Κλαυδιανού, Υποψήφια διδάκτορας, Τμήμα Φυσικής, Α.Π.Θ.

Αναστάσιος Μολοχίδης, Τμήμα Φυσικής, Α.Π.Θ.

Περίληψη

Είναι αναμφισβήτητο γεγονός ότι τα θέματα της σύγχρονης φυσικής που περιλαμβάνεται έως τώρα στα αναλυτικά προγράμματα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης είναι ελάχιστα. Στην μελέτη εργασιών που αναφέρονται σε σχετική θεματολογία διαπιστώθηκε ότι η εισαγωγή της σύγχρονης φυσικής στην εκπαίδευση, αποτελεί ένα καίριο ερευνητικό ερώτημα στην διδακτική της φυσικής. Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην φυσική στοιχειωδών σωματιδίων και στην ένταξη της στην εκπαίδευση. Στα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας περιλαμβάνονται η επίτευξη γνωστικών και επιστημονικών στόχων, μέσα από κατάλληλα διαμορφωμένη Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (ΔΜΑ), με αξιοποίηση των πολλαπλών αναπαραστάσεων. Στο πρώτο στάδιο της εργασίας γίνεται διερεύνηση για το επίπεδο γνώσεων των μαθητών σχετικά με την σωματιδιακή φυσική (ΣΦ) και το κατά πόσο μπορεί να αποτελέσει πηγή ενδιαφέροντος για την φυσική γενικότερα.

Abstract

It is an indisputable fact that the subjects of modern physics that are included so far in the curricula of secondary education are few. In papers that refer to relevant topics, it was found that the introduction of modern physics in education, is a key research question in the teaching of physics. The present work focuses on elementary particle physics and its integration into education. The research questions of the work include the achievement of cognitive and scientific goals, through a suitably designed Teaching Learning Sequence, utilizing multiple representations. In the first stage of the work, we investigate the level of students' knowledge about particle physics and whether it can be a source of interest in physics in general.

Λέξεις κλειδιά: φυσική στοιχειωδών σωματιδίων, masterclass, διδακτικός μετασχηματισμός

Key words: elementary particle physics, masterclass, didactic transposition/transformation

1. Εισαγωγή

Τα θέματα της σύγχρονης φυσικής που περιλαμβάνονται στο ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης είναι ελάχιστα. Το γεγονός αυτό αποτελεί εμπόδιο στην προώθηση του επιστημονικού εγγραμματισμού σε σύγχρονα θέματα φυσικής. Ωστόσο, οι μαθητές έρχονται σε επαφή με σύγχρονα θέματα φυσικής στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης καθώς και στα μέσα ενημέρωσης. Παραδείγματα τέτοιων θεμάτων είναι τα βαρυτικά κύματα, το σωματίδιο Higgs, οι μαύρες τρύπες, η σκοτεινή ύλη, η σκοτεινή ενέργεια κλπ. Είναι λογικό οι μαθητές να αναρωτιούνται για αυτές τις έννοιες, όμως είναι το σημερινό σχολείο σε θέση να ανταποκριθεί σε αυτές τις αναζητήσεις;

Η σύγχρονη φυσική περιλαμβάνεται στα προγράμματα σπουδών αρκετών χωρών (Stadermann et al., 2019; Lewerissa et al., 2017). Τα τελευταία δέκα χρόνια εμφανίζεται σε αρκετές δραστηριότητες της μη τυπικής εκπαίδευσης,

ακόμα και σε χώρες που δεν εμπεριέχεται στα προγράμματα σπουδών (Johansson et al, 2007). Στην μελέτη εργασιών που αναφέρονται στη σχετική θεματολογία διαπιστώθηκε ότι η εισαγωγή της σύγχρονης φυσικής στην εκπαίδευση, και ο συνεπακόλουθος διδακτικός μετασχηματισμός, αποτελεί ένα καίριο ερευνητικό ερώτημα στην διδακτική της φυσικής (Polen, 2019; Michelini et al, 2015 κ.α.).

Στην περίπτωση των εννοιών που σχετίζονται με την δομή της ύλης, η διδακτέα ύλη συνήθως σταματά στο τέλος του 19^{ου} αιώνα ή στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, αγνοώντας την τρέχουσα εικόνα που παρέχει το Καθιερωμένο Μοντέλο της Φυσικής Σωματιδίων. Ο στόχος, στο επίπεδο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, δεν μπορεί να είναι η παροχή μιας βαθιάς κατανόησης όλων των περίπλοκων σύγχρονων εννοιών της φυσικής, αλλά η γνωριμία ορισμένων από αυτές. Μελέτες προτείνουν ότι η παρουσίαση εννοιών της σύγχρονης φυσικής βελτιώνει τη μάθηση και αυξάνει το ενδιαφέρον για την επιστήμη (Polen, 2019; Bertozzi et al., 2013). Υπάρχουν πολλές διαφορετικές θέσεις όσον αφορά την εισαγωγή ή τον αποκλεισμό της ΣΦ από την εκπαιδευτική διαδικασία. Θα αναφερθούν στη συνέχεια ενδεικτικές εργασίες που στόχος τους ήταν να διερευνηθεί η συμπερίληψη της σωματιδιακής φυσικής (ΣΦ) στο πρόγραμμα σπουδών στις τελευταίες τάξεις του Λυκείου.

Σε έρευνά του ο Polen (2019) σε σχολεία της Virginia, USA, ασχολήθηκε με θεματολογία που αφορούσε την χρησιμότητα επιταχυντών-ανιχνευτών, τα θεμελιώδη δομικά σωματίδια και η ταξινόμηση τους. Η μεθοδολογία του βασίστηκε σε δραστηριότητες με βίντεο σχετικά με την ΣΦ και το CERN, με διάρκεια 3 ενοτήτων των 80 λεπτών. Το συμπέρασμα ήταν ότι υπήρχε αυξημένο ενδιαφέρον των μαθητών για την ΣΦ.

Σε άλλη έρευνα ο Gourlay (2017), σε σχολεία του Λονδίνου, εφάρμοσε μια δραστηριότητα που στηριζόταν στην χρήση εννοιολογικών χαρτών με 24 λέξεις κλειδιά. Το αποτέλεσμα δεν ήταν ικανοποιητικό και το αποτέλεσμα συμφωνούσε με την άποψη του Barlow (1992) ο οποίος αμφισβήτησε την ιδέα διδασκαλίας της σωματιδιακής φυσικής στο σχολικό επίπεδο, μιας και η ΣΦ εμπεριέχει πληθώρα πληροφοριών που οι μαθητές καλούνται να μάθουν.

Ο Michelini και οι συνεργάτες του (2014) διερευνήσαν τη διαδικασία μάθησης και την αποτελεσματικότητα των ΤΠΕ στην εισαγωγή της σύγχρονης φυσικής. Στην μεθοδολογία εφαρμόστηκαν πειραματικές δραστηριότητες σε σύγχρονα θέματα φυσικής, όπως α) πειράματα για την ερμηνεία της κλασικής φυσικής και β) Προσέγγιση της κβαντικής φυσικής με απλά πειράματα. Το συμπέρασμα της εργασίας έδειξε ότι τα πειράματα βοήθησαν τους μαθητές να δείξουν θετική μαθησιακή πρόοδο.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η εργασία των Tuzón and Solbes (2016), που σκοπό της είχε να εντοπίσει τις γνωστικές ελλείψεις σχετικά με τη δομή των συστατικών της ύλης, τις δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των σωματιδίων της ύλης, καθώς και την επικαιροποιημένη τους εκδοχή. Τα αποτελέσματά της έρευνάς τους έδειξαν ότι οι μαθητές ενδιαφέρονται ιδιαίτερα για την ΣΦ και είναι περίεργοι για τις κοινωνικές προεκτάσεις του θέματος. Επίσης, οι Tuzón and Solbes εντόπισαν την αναγκαιότητα μιας στρατηγικής παρέμβασης διδασκαλίας για την ενσωμάτωση των νέων εννοιών στη μαθησιακή διαδικασία, έτσι ώστε τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται να μπορούν να γίνουν κατανοητά και θέματα σχετικά με την δομή της ύλης να παρουσιάζονται ολοκληρωμένα. Την έρευνά τους την στήριξαν σε ένα διαγνωστικό τεστ με ανοιχτού τύπου απαντήσεις, οι οποίες αξιολογήθηκαν με 0 μονάδες οι λανθασμένες απαντήσεις, 0,5 οι ελλιπείς και 1 μονάδα οι ολοκληρωμένες απαντήσεις. Εφαρμόστηκε σε 138 μαθητές σε 6 τάξεις λυκείου (τεχνολογική κατεύθυνσης και κατεύθυνση υγείας) σε 4 σχολεία στην Βαλένθια

της Ισπανίας. Το ερωτηματολόγιο των Tuzón and Solbes χρησιμοποιήθηκε στο πιλοτικό στάδιο της έρευνάς μας.

2. Μεθοδολογία

Για να μπορέσει ένας μαθητής να κατανοήσει έννοιες της σύγχρονης φυσικής, σημαντικό ρόλο παίζει ο κατάλληλος διδακτικός μετασχηματισμός και η διαχείριση της επιστημονικής γνώσης. Οι διδακτικές παρεμβάσεις που θα σχεδιασθούν, υλοποιηθούν και αξιολογηθούν, θα είναι βασισμένες στις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών και στις πρόσφατες εξελίξεις στα πεδία της διδακτικής της Φυσικής, με έμφαση στο διδακτικό μετασχηματισμό. Βασικοί άξονες είναι το μοντέλο της Διδακτικής Επανοικοδόμησης, MER (Duit R., 2007) και ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη, η υλοποίηση και η αξιολόγηση, μέσω επαναληπτικών εφαρμογών, μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) (Psillos & Kariotoglou, 2016).

Βασική ψηφίδα της ΔΜΑ θα είναι οι πολλαπλές αναπαραστάσεις, που περιλαμβάνουν ψηφιακές εφαρμογές και προσομοιώσεις σύνθετων φαινομένων. Λαμβάνεται υπόψη το εύρος της θεματολογίας που μπορεί να κατανοηθεί από τους μαθητές, η ενεργητική συμμετοχή των μαθητών και η αποτελεσματικότητα των διδακτικών προσεγγίσεων. Επιπροσθέτως, στόχος είναι να διερευνηθεί το κατά πόσο είναι έτοιμοι οι μαθητές να προσεγγίσουν θέματα σωματιδιακής φυσικής (ΣΦ).

Έως τώρα, σύμφωνα με τα ελληνικά δεδομένα, οι μαθητές έρχονται σε επαφή με την ΣΦ είτε στο πλαίσιο ομίλων των σχολείων τους, είτε σε δραστηριότητες όπως τα Masterclasses που διοργανώνονται κάθε χρόνο από την διεθνή ομάδα σωματιδιακής φυσικής IPPOG. Τα Masterclasses έχουν μεγάλη επιτυχία και κερδίζουν το ενδιαφέρον πολλών μαθητών (Johansson et al, 2007). Στόχος τους είναι να τονώσουν το ενδιαφέρον των μαθητών για την επιστήμη, να αναδείξουν τη διαδικασία της επιστημονικής έρευνας, να παρουσιαστούν τα αποτελέσματα των πειραμάτων σωματιδιακής φυσικής στους μαθητές και να εξερευνηθούν από τους μαθητές οι έννοιες των θεμελιωδών δυνάμεων και των δομικών στοιχείων της φύσης.

Για να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι, ακολουθούνται εκπαιδευτικές δραστηριότητες όπως:

- ✓ Εισαγωγικές διαλέξεις που παρουσιάζουν στους μαθητές πώς να ερμηνεύουν διασπάσεις και να αναγνωρίζουν διαφορετικά είδη στοιχειωδών σωματιδίων, και
- ✓ Καθοδηγούμενη ιστοεξερεύνηση με πραγματικά δεδομένα των πειραμάτων του CERN.

Βέβαια, είναι ερώτημα, κατά πόσον η αποπλαισιωμένη και σχεδόν αποκλειστικά δηλωτική γνώση, που παρουσιάζεται στις διαλέξεις και η επιφανειακή ενασχόληση με τα πραγματικά δεδομένα των πειραμάτων του CERN, αποτελούν για τους μαθητές ένα εννοιολογικό πλαίσιο, πέραν οπωσδήποτε από την ευφορία της ενεργούς εμπλοκής σε σύγχρονα πειράματα (novelty factor).

Στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων του Masterclass ενός Γενικού Λυκείου, συμμετείχαν 10 μαθητές της Β' τάξης, την σχολική χρονιά 2021-2022. Αυτή η ομάδα παρακολούθησε την φετινή χρονιά το Masterclass καθώς και μια εισαγωγική διάλεξη, από την ερευνήτρια και καθηγήτριά τους στο μάθημα της Φυσικής, πριν το Masterclass, σχετικά με την σωματιδιακή φυσική και την δραστηριότητα του Masterclass.

Για να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητα της δραστηριότητας, δόθηκε το ερωτηματολόγιο των Tuzón and Solbes (2016) πριν την δραστηριότητα και

4^ο ΣΝΕ – Τευχίδιο Εργασιών: Ομάδα Γ

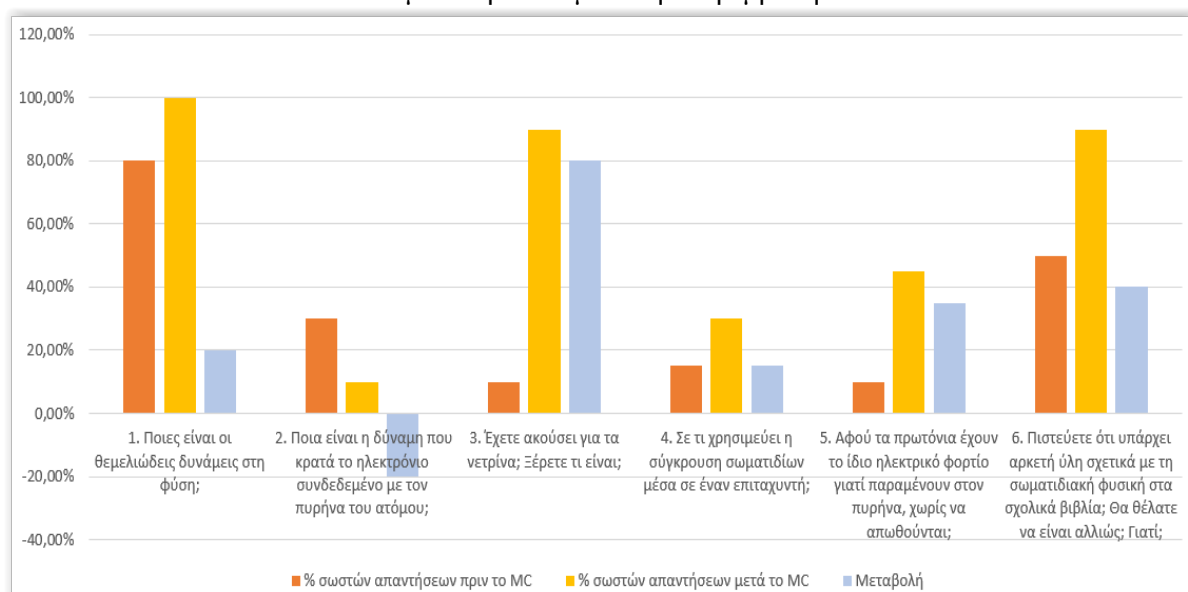
δέκα μέρες μετά, ώστε να συγκριθούν τα αποτελέσματα των αντιλήψεων των μαθητών.

Το ερωτηματολόγιο των Tuzón and Solbes, χρησιμοποιήθηκε αφού εγκυροποιήθηκε ως προς την μετάφραση και ως προς την αξιολόγηση των πιθανών απαντήσεων των μαθητών, από μια ομάδα ειδικών επιστημόνων ελληνικών και διεθνών πανεπιστημίων στην Σωματιδιακή Φυσική. Επιπρόσθετοι στόχοι της χρήσης του ερωτηματολογίου, ήταν να διερευνηθούν οι γνώσεις και οι στάσεις των μαθητών σχετικά με την ΣΦ και να κριθεί το ίδιο το ερωτηματολόγιο-σε αυτή την πρώτη πιλοτική εφαρμογή-προκειμένου να αναπροσαρμοστεί στις ανάγκες της μετέπειτα έρευνας.

3. Αποτελέσματα

Το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από 17 ανοικτού τύπου ερωτήσεις. Επιλέχτηκαν 6 αντιπροσωπευτικές ερωτήσεις για να σχολιασθούν στη συνέχεια. Μια πρώτη εικόνα των αποτελεσμάτων φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα 1.

Διάγραμμα 1
Αποτελέσματα πριν και μετά την παρέμβαση



Τα πρώτα αποτελέσματα φαίνεται να συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Tuzón and Solbes και συγκεκριμένα προς το αυξημένο ενδιαφέρον των μαθητών και την διάθεση να γνωρίσουν θέματα σύγχρονης φυσικής (ερώτημα 6). Επίσης, είναι εμφανές ότι σύντομες παρεμβάσεις όπως το Masterclass, και η προηγηθείσα διάλεξη, εισάγουν τους μαθητές στην ΣΦ, βελτιώνουν διαδικαστικού τύπου γνώσεις (ερώτημα 3), αλλά δεν μπορούν να θεωρηθούν από μόνες τους αποτελεσματικές, καθότι μια διάλεξη και μια επιφανειακή ενασχόληση με τα πραγματικά δεδομένα, δεν αντιμετωπίζουν σε βάθος σχετικές έννοιες ή διαδικασίες (ερωτήματα 2, 4, 5)

Αν και οι μαθητές γνωρίζουν αρκετά για τις αλληλεπιδράσεις των ηλεκτρικών φορτίων, δεν μπορούν να τις συσχετίσουν με τα ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια του ατόμου. Για την εννοιολόγηση της γνώσης φαίνεται να είναι αποτελεσματικότερη μια πλήρης διδακτική παρέμβαση, με σχεδιαστική βάση το MER και την ΔΜΑ (Duit et al, 2012), όπως δύναται να γίνει σε έναν όμιλο φυσικής.

4. Συμπεράσματα

Δραστηριότητες μη τυπικής μάθησης, όπως τα Masterclasses, που διοργανώνονται από ακαδημαϊκούς φορείς εστιάζουν στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών στην σύγχρονη φυσική. Σύντομες παρεμβάσεις δεν μπορούν να είναι παρά μια μορφή γνωριμίας με το αντικείμενο της ΣΦ και δεν έχουμε ενδείξεις ότι μπορούν να συμβάλουν στην βελτίωση της εννοιολογικής κατανόησης. Επιπλέον, οι σύγχρονες έννοιες στην φυσική που αγνοούνται ή εμφανίζονται αποσπασμένες από τη διδακτική ακολουθία, παρουσιάζονται μεμονωμένες και ελλιπείς, γεγονός που φέρνει ακόμη μεγαλύτερη σύγχυση (Tuzón & Solbes, 2016).

5. Βιβλιογραφία

- Barlow, R. (1992). Particle physics: from school to university. *Phys. Educ.* 27(2). 92–5
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9120/27/2/007>
- Bertozzi, E., Levri, O., Rodriguez, M., (2013). Symmetry as Core-idea for Introducing Secondary School Students to Contemporary Particle Physics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 116 pp 679-685, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.279>
- Duit, R. (2007). Science education research internationally: Conceptions, research methods, domains of research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 3(1) pp 3-15,
<https://doi.org/10.12973/ejmste/75369>
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction—a framework for improving teaching and learning science. In Science education research and practice in Europe (pp. 13-37). Brill Sense.
https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8_2
- Gourlay, H., (2017). Using concept mapping to learn about A level physics students' understandings of particle physics. *Proceedings, 6th International Conference on New Frontiers in Physics (ICNFP 2017), EPJ Web of Conferences 182*.
<https://doi.org/10.1051/epjconf/201818202050>
- Johansson K., Kobel M., Hillebrandt D., Euler M. (2007). European particle physics masterclasses make students into scientists for a day. *Physics Education*, 42(6), p.636
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9120/42/6/012>
- Lewerissa, K., Pol, H., Brinkman, A. & Wouter van Joolingen. (2017). Insights into teaching quantum mechanics in secondary and lower undergraduate education. *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.* 13, 010109. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.010109>
- Michellini, M., Santi, L. & Stefanel, A. (2015) Teaching modern physics in secondary schools. *Proceedings, 14th International Symposium Frontiers of Fundamental Physics (FFP14)*.
<https://doi.org/10.22323/1.224.0231>
- 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*, pp 11-34. Springer. ISBN 978-94-007-7807-8.
- Polen, C. (2019). Particle Physics: An Essential and Engaging Part of the High School Physics Program. *The Physics Teacher*. 57(5), pp 320, doi: 10.1119/1.5098922
- Stadermann, H., van den Berg, E. & Goedhart, M. (2019). Analysis of secondary school quantum physics curricula of 15 different countries: Different perspective on a challenging topic. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 15, 010130.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010130>
- Tuzón P. & Solbes J. (2016). Particle Physics in High School: A Diagnose Study. *PLoS ONE* 11(6):e0156526. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156526>

Ανάλυση και αξιολόγηση διερευνητικών δραστηριοτήτων που υλοποιούνται στο πλαίσιο ψηφιακών μαθησιακών σεναρίων

Δέσποινα Βαλσαμούλη, Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, Τμήμα Εκπαιδευτικής & Κοινωνικής Πολιτικής, ΠΑ.ΜΑΚ.

Ιωάννης Λεύκος, Τμήμα Εκπαιδευτικής & Κοινωνικής Πολιτικής, ΠΑ.ΜΑΚ.

Περίληψη

Σκοπός της έρευνας ήταν να αναλύσει και να αξιολογήσει διερευνητικές δραστηριότητες που πλαισιώνουν ψηφιακά σεναρία διερευνητικής μάθησης της πλατφόρμας Go-Lab ερευνώντας τη συμβολή τους στην κατανόηση επιστημονικών εννοιών, στις δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών και στην κατανόηση της διερευνητικής διαδικασίας. Αναλύθηκαν δραστηριότητες 16 παραδειγματικών σεναρίων χρησιμοποιώντας το Inquiry-Based Tasks Analysis Inventory. Διερευνήθηκε το συνολικό επίπεδο διερεύνησης των σεναρίων, καθώς και η πιθανή εξάρτησή του από χαρακτηριστικά των σεναρίων. Τα ευρήματά υποδηλώνουν ότι αυτά τα ψηφιακά σεναρία προάγουν υψηλό βαθμό κατανόησης των επιστημονικών εννοιών και της διερευνητικής διαδικασίας, αλλά ανομοιόμορφη εμπλοκή δεξιοτήτων επιστημονικών διαδικασιών, ενώ υπάρχουν ενδείξεις ότι ο βαθμός αυθεντικής διερεύνησης που προσφέρουν εξαρτάται από χαρακτηριστικά του ILS όπως τα Apps ή τον αριθμό βίντεο που συμπεριλαμβάνει.

Abstract

The purpose of research was to analyze and evaluate inquiry-based tasks found in digital Inquiry Learning Scenarios on the Go-Lab platform investigating their contribution to the understanding of the scientific concepts, the scientific process skills and the understanding of scientific inquiry. Inquiry-based tasks of 16 Example Inquiry Learning Scenarios were analyzed using the Inquiry-Based Tasks Analysis Inventory. The overall level of inquiry of the scenarios was investigated, as well as its possible dependence on characteristics of the scenarios. Our findings suggest that these ILS promote a high degree of understanding of scientific concepts and the scientific inquiry process, but an unbalanced involvement of scientific process skills and there is evidence that the degree of authentic inquiry they offer depends on characteristics of the ILS such as the apps or the number of videos that it includes.

Λέξεις κλειδιά: δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών, διερευνητική μάθηση, ψηφιακά σεναρία

Key words: scientific process skills, inquiry-based learning, digital learning scenarios

1. Εισαγωγή

Το μοντέλο της διερευνητικής προσέγγισης (Inquiry-based learning) στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι δημοφιλές, προτείνεται και προωθείται στα Αναλυτικά Σχολικά Προγράμματα σε ολόκληρο τον κόσμο, στη διεθνή έρευνα αλλά και στη διδασκαλία (Pedaste et al., 2015). Η εξέλιξη της τεχνολογίας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο σε αυτή τη κατεύθυνση καθώς αυξάνει την αποτελεσματικότητα των διερευνητικών μεθόδων λόγω της υποστήριξης τους από ηλεκτρονικά περιβάλλοντα μάθησης (de Jong, Sotiriou & Gillet, 2014). Όταν διερευνητικές δραστηριότητες καθοδηγούνται μέσω διαδικτύου συμβάλλουν στην βελτίωση διαφορετικών δεξιοτήτων όπως είναι: αναγνώριση προβλημάτων, δημιουργία ερωτημάτων και υποθέσεων,

4^ο ΣΝΕ – Τευχίδιο Εργασιών: Ομάδα Γ

σχεδιασμός και πραγματοποίηση πειραμάτων, συλλογή και ανάλυση δεδομένων κ.α. (Maeots, Pedaste & Sarapuu, 2008).

Διερεύνηση ορίζεται ως ο τρόπος με τον οποίο εργάζονται οι επιστήμονες, καθώς και οι δραστηριότητες μέσα από τις οποίες οι μαθητές οδηγούνται να κατανοήσουν τόσο τις επιστημονικές έννοιες όσο και τις επιστημονικές διαδικασίες (Bybee, 2006). Διεξάγεται σε φάσεις. Στην επισκόπηση των Pedaste et al. (2015) εξετάστηκαν 32 άρθρα σχετικά με αυτές και προτάθηκε ένας κύκλος 5 φάσεων (1.Προσανατολισμός, 2.Εννοιολόγηση, 3.Έρευνα, 4.Συμπέρασμα, 5.Συζήτηση), που συνδυάζει όλα τα ισχύοντα πλαίσια διερευνητικής προσέγγισης της διδασκαλίας.

Ο παραπάνω κύκλος της διερεύνησης αξιοποιείται στις δραστηριότητες των διερευνητικών σεναρίων του Go-Lab, καθώς είναι μία διαδικτυακή πλατφόρμα που επικεντρώνεται στη διερευνητική μάθηση. Σύμφωνα με τον de Jong (2015) οι διερευνητικές δραστηριότητες της πλατφόρμας Go-Lab συνθέτουν Inquiry Learning Spaces (ILS), δηλαδή ψηφιακά μαθησιακά σενάρια για διερεύνηση που βασίζονται στις 5 φάσεις των Pedaste et al. (2015).

Όσον αφορά την αξιολόγηση της ποιότητας διερευνητικών δραστηριοτήτων οι Yang and Liu (2016) διακρίνουν 4 διαστάσεις ως προς τις οποίες προτείνουν ένα πλαίσιο αξιολόγησης:

1. Υποστήριξη στην οικοδόμηση κατανοήσεων επιστημονικών εννοιών.
2. Παροχή ευκαιριών για χρήση δεξιοτήτων επιστημονικών διαδικασιών.
3. Συμβολή στην κατανόηση της επιστημονικής διερευνητικής διαδικασίας.
4. Παροχή ευκαιριών για ανακάλυψη νοητικών δεξιοτήτων υψηλής τάξης (HOTS) από τους μαθητές.

Συγκεκριμένα, προτείνουν ένα εργαλείο ανάλυσης και αξιολόγησης το Inquiry-Based Tasks Analysis Inventory (ITAI) που περιλαμβάνει 22 στοιχεία και αντιστοιχούν στις τρεις πρώτες διαστάσεις. Για την τέταρτη, προτείνουν μια κριτική επισκόπηση στο τμήμα της συζήτησης που διεξάγεται στο πλαίσιο μίας διερεύνησης.

Πίνακας 1: Παράδειγμα των στοιχείων 3-14, που αποτελούν τη 2^η Διάσταση του ITAI

ΔΙΑΣΤΑΣΗ 2 : Δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών	ΝΑΙ	ΟΧΙ
3 Παρατήρηση		
4 Συμπερασμός		
5 Μέτρηση		
6 Επικοινωνία		
7 Ταξινόμηση		
8 Πρόβλεψη		
9 Έλεγχος Μεταβλητών		
10 Διατύπωση Λειτουργικών Ορισμών		
11 Σχηματισμός υποθέσεων		
12 Ερμηνεία δεδομένων		
13 Διατύπωση Ερωτήσεων		
14 Σχηματισμός μοντέλων		

Το ITAI χρησιμοποιήθηκε από άλλους ερευνητές για την ανάλυση δραστηριοτήτων σχολικών εγχειριδίων φυσικών επιστημών στην εκπαίδευση με παρόμοια ευρήματα (Dogan, 2021; Sideri & Skoumios, 2021; Yang, Liu&Liu, 2019). Για παράδειγμα βρέθηκε ότι στην Ελλάδα τα εγχειρίδια κυρίως εστιάζουν στις έννοιες και λιγότερο στις επιστημονικές δεξιότητες, στην Κίνα η διερεύνηση διαχωρίζεται από το επιστημονικό περιεχόμενο και δεν προωθείται η κατανόηση της φύσης της διερεύνησης (Τουρκία, Κίνα). Από την άλλη μεριά,

4^ο ΣΝΕ – Τευχίδιο Εργασιών: Ομάδα Γ

φαίνεται να απουσιάζουν έρευνες που αναφέρονται σε δραστηριότητες ψηφιακών σεναρίων.

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να αναλύσει και να αξιολογήσει διερευνητικές δραστηριότητες των ILS του Go-Lab χρησιμοποιώντας το ITAI. Τα ερευνητικά ερωτήματα ήταν: E1. Ποιος ο βαθμός υποστήριξης στην κατανόηση των επιστημονικών εννοιών που προσφέρουν τα ILS του Go-Lab; E2. Ποιες δεξιότητες επιστημονικής διαδικασίας εμπλέκονται στις διερευνητικές δραστηριότητες του Go-Lab και σε ποιο βαθμό; E3. Ποιος ο βαθμός συμβολής των ILS του Go-Lab στην κατανόηση της επιστημονικής διερευνητικής διαδικασίας; E4. Υπάρχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και εφαρμογές των ILS που συμβάλλουν στην αύξηση του βαθμού αυθεντικής διερεύνησης που προσφέρουν;

2. Μεθοδολογία

Η έρευνα βασίστηκε στη μέθοδο ανάλυσης του περιεχομένου. Δείγμα ήταν οι δραστηριότητες που περιλαμβάνονται στα 16 ελληνικά “Example ILS” του Go-Lab. Ερευνητικό εργαλείο για την ανάλυση των σεναρίων ήταν το ITAI των Yang and Liu (2016).

Εξετάστηκαν οι τρεις διαστάσεις του ITAI για να απαντηθούν τα E1,E2,E3. Κάθε ILS θεωρούνταν μία μονάδα ανάλυσης και λάμβανε έναν αριθμό ως κωδικό σύμφωνα με τη σειρά την οποία εμφανιζόταν στη λίστα με τα διαθέσιμα υποδειγματικά σεναρία στη σελίδα του Go -Lab. Στο σύνολο του σεναρίου γινόταν ανάλυση της πρώτης και της τρίτης διάστασης του ITAI και προέκυπταν σκορ για τη κάθε μία. Επιπλέον κάθε φάση του σεναρίου λογίζονταν ως μία δραστηριότητα του σεναρίου, κωδικοποιούνταν με νέο αριθμό του τύπου 1.1 όπου ο πρώτος αντιστοιχούσε στον αριθμό του σεναρίου και ο δεύτερος στη σειρά της φάσης. Κάθε φάση αναλυόταν με τη δεύτερη διάσταση του ITAI καταλήγοντας σε ένα νέο σκορ. Βγάζοντας τον μέσο όρο των σκορ όλων των φάσεων κάθε σεναρίου καταλήγαμε στο τελικό σκορ της δεύτερης διάστασης. Έτσι κάθε σενάριο είχε 3 επιμέρους σκορ, ένα για κάθε μία διάσταση και ένα τελικό συνολικό στο οποίο μία υψηλότερη βαθμολογία υποδήλωνε ότι σε αυτό το σενάριο εμπλέκονταν περισσότερα στοιχεία αυθεντικής διερεύνησης (Σχήμα 1).

ΣΕΝΑΡΙΑ	ΤΙΤΛΟΣ	ΓΛΩΣΣΑ	ΗΛΙΚΙΑ	ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΙΔΕΕΣ	ΘΕΜΑΤΙΚΟΙ ΤΟΜΕΙΣ	ΦΑΣΕΙΣ	Σύνολο ITAI (max=22)	ΣΚΟΡ ITAI A (max=2)	ΣΚΟΡ ITAI B (max=12)	ΣΚΟΡ ITAI Γ (max=8)
	Παράγοντες Που Επηρεάζουν Τη Φωτοσύνθεση	ΕΛΛΗΝΙΚΑ	13-14 ,15-16, 16+	Μετατροπή ενέργειας, Ζωντανοί οργανισμοί και έμβια ύλη, Πλανήτη της γη	Βιολογία, Βιοχημεία, Οικολογία, Φυσική, Ενέργεια, Φως, Life processes	6	12,33	2	2,33	8
1.1	Ας σκεφτούμε								3	
1.2	Ας υποθέσουμε								2	
1.3	Ας πειραματιστούμε								3	
1.4	Ας βγάλουμε συμπεράσματα								3	
1.5	Ας προβληματιστούμε								1	
1.6	Ας δούμε τι μάθαμε								2	

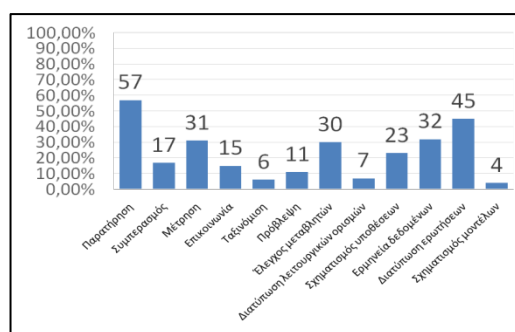
Σχήμα 1: Παράδειγμα ανάλυσης / αξιολόγησης σεναρίου

Στα σεναρία επίσης καταγράφηκαν επιμέρους χαρακτηριστικά όπως: Ηλικία, Θεμελιώδεις Ιδέες (π.χ. Δομή της ύλης), Θεματικοί Τομείς (π.χ. Χημεία), Αριθμός Φάσεων, Apps, virtual labs, Εικόνες, Βίντεο για την εξαγωγή συμπερασμάτων ως προς το E4.

3.Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι τα εξεταζόμενα ILS α) προσφέρουν μεγάλο βαθμό υποστήριξης (μεταξύ 87%-100%) στην κατανόηση επιστημονικών εννοιών (Διάσταση 1), β) εμφανίζουν εμπλοκή όλων των δεξιοτήτων επιστημονικής διαδικασίας στις διερευνητικές δραστηριότητες (Διάσταση 2), αλλά σε πολύ διαφορετικό βαθμό και με μεγάλη διασπορά, καθώς τα ποσοστά κυμαίνονται από 4% έως 57% (Σχήμα 2) και γ) εμφανίζουν αρκετά υψηλό (μεταξύ 44% και 94%) βαθμό συμβολής στην κατανόηση της διερευνητικής διαδικασίας (Διάσταση 3). Παράλληλα, παρατηρήθηκε ότι τα σενάρια με την υψηλότερη βαθμολογία ITAI έχουν πολύ υψηλό σκορ στην 3^η διάσταση του ITAI. Φαίνεται δηλαδή πως η διάσταση αυτή συνεισφέρει κυρίως στη διαφοροποίηση μεταξύ των σκορ των σεναρίων.

Τέλος, αναφορικά με την εξάρτηση του ITAI σκορ από τα επιμέρους χαρακτηριστικά όπως: ο αριθμός των φάσεων, των Apps, των virtual labs κλπ, από την μέχρι τώρα ανάλυση δεν βρέθηκε κάποιος πολύ ξεκάθαρος συσχετισμός, αν και το σύστημα είναι πολύπλοκο καθώς περιλαμβάνει πολλές μεταβλητές και απαιτείται περαιτέρω ανάλυση. Χρησιμοποιώντας μια ημι-ποσοτική προσέγγιση έγινε σύγκριση ανάμεσα στα δύο ILS με τα υψηλότερα σκορ και τα δύο ILS με τα χαμηλότερα σκορ ως προς τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Βρέθηκε έτσι ότι τα ILS με τα υψηλότερα σκορ εμπεριέχουν διάφορες προτεινόμενες από το GoLab εφαρμογές ανά φάση (de Jong 2015) και μόνο ένα ή κανένα βίντεο στον σχεδιασμό τους.



Σχήμα 2: Βαθμός εμπλοκής δεξιοτήτων επιστημονικής διαδικασίας (Διάσταση 2)

4.Συμπεράσματα

Μέσω των αποτελεσμάτων της έρευνας μας συμπεραίνουμε ότι τα ILS του Go-lab όπως και τα σχολικά εγχειρίδια (Dogan, 2021) υποστηρίζουν σε μεγάλο βαθμό την κατανόηση των επιστημονικών εννοιών και ότι δεν παρέχουν ευκαιρίες για ομοιόμορφη ανάπτυξη δεξιοτήτων επιστημονικών διαδικασιών στους μαθητές καθώς υπάρχει διαφοροποίηση στη συχνότητα που αυτές εμπλέκονται (Dogan, 2021; Sideri & Skoumios, 2021; Yang, Liu&Liu, 2019). Τα ILS σε αντίθεση με τα σχολικά εγχειρίδια προωθούν σε μεγάλο βαθμό την κατανόηση της διερευνητικής μεθοδολογίας. Επιπλέον, υπάρχουν ενδείξεις ότι ο λεπτομερής σχεδιασμός με την επιλογή κατάλληλων apps και άλλων χαρακτηριστικών είναι δυνατόν να αυξήσει το βαθμό αυθεντικής διερεύνησης που προσφέρουν. Συστήνεται έτσι η χρήση κατάλληλα σχεδιασμένων δικτυακών σεναρίων, τόσο για την προώθηση κατανόησης της διερεύνησης, όσο και για την ανάπτυξη ποικίλων δεξιοτήτων επιστημονικών διαδικασιών στους μαθητές, ενώ η ευελιξία της χρήσης τους σε ποικίλα εκπαιδευτικά πλαίσια, αποτελεί ένα επιπλέον πλεονέκτημα.

5.Βιβλιογραφία

- Bybee, R. W. (2006). Scientific inquiry and science teaching. In *Scientific inquiry and nature of science* (pp. 1-14). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1_1
- De Jong, T. (2015). *Go-Lab Deliverable D1. 4 Go-Lab classroom scenarios handbook* [Research Report] Go-Lab Project. Ανακτήθηκε από : <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-01274922>
- De Jong, T., Sotiriou, S., & Gillet, D. (2014). Innovations in STEM education: the Go-Lab federation of online labs. *Smart Learning Environments*, 1(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40561-014-0003-6>
- Dogan, O. K. (2021). Methodological? Or dialectical?: Reflections of scientific inquiry in biology textbooks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19(8), 1563-1585. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10120-7>
- Mäeots, M., Pedaste, M., & Sarapuu, T. (2008, July). Transforming students' inquiry skills with computer-based simulations. In *2008 Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 938-942). IEEE. doi: [10.1109/ICALT.2008.239](https://doi.org/10.1109/ICALT.2008.239).
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T.,...& 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>
- Sideri, A., & Skoumios, M. (2021). Science Process Skills in the Greek Primary School Science Textbooks. *Science Education International*, 32(3), 231-236. <https://doi.org/10.33828/sei.v32.i3.6>
- Yang, W., Liu, C., & Liu, E. (2019). Content analysis of inquiry-based tasks in high school biology textbooks in Mainland China. *International Journal of Science Education*, 41(6), 827-845. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1584418>
- Yang, W., & Liu, E. (2016). Development and validation of an instrument for evaluating inquiry-based tasks in science textbooks. *International Journal of Science Education*, 38(18), 2688-2711. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1258499>

Απόψεις εκπαιδευτικών των φυσικών επιστημών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, για πτυχές της φύσης της επιστήμης: η περίπτωση της σχέσης των επιστημονικών νόμων έναντι των θεωριών

Γλυκερία Σκεύα, Μεταπτυχιακή φοιτήτρια, Π.Τ.Δ.Ε., Δ.Π.Θ.

Άννα Κλώθου, Π.Τ.Δ.Ε., Δ.Π.Θ.

Αναστάσιος Ζουπιδης, Π.Τ.Δ.Ε., Δ.Π.Θ.

Περίληψη

Η διδασκαλία της Φύσης της Επιστήμης κρίνεται απαραίτητη για τον επιστημονικό γραμματισμό των μαθητών και η αποτελεσματική διδασκαλία της απαιτεί ενημερωμένους εκπαιδευτικούς. Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η ανίχνευση των απόψεων εκπαιδευτικών ΠΕ04, για τη σχέση των επιστημονικών νόμων έναντι των θεωριών. Επιλέχθηκαν η ποσοτική στρατηγική και το ερευνητικό εργαλείο Sussi (Student Understanding of Science and Scientific Inquiry), που συνδυάζει ερωτήσεις κλειστού και ανοικτού τύπου. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με τα ευρήματα σχετικών διεθνών ερευνών, αναδεικνύοντας, ότι οι επιστημονικοί νόμοι έναντι των θεωριών είναι μία πτυχή της ΦτΕ για την οποία οι Έλληνες εκπαιδευτικοί παρουσιάζουν πολλές παρανοήσεις.

Abstract

The Nature of Science teaching is considered essential for students' scientific literacy and its effective teaching requires informed teachers. In the present study, the detection of science teachers' views is attempted, regarding the relation between scientific laws and theories. The quantitative strategy was chosen, while the Sussi (Student Understanding of Science and Scientific Inquiry) questionnaire was used for data collection, as it combines closed and open type tasks. The results are in line with findings of relevant international studies, showing that scientific laws versus theories are an aspect of the Nature of Science about which Greek teachers present many misconceptions.

Λέξεις κλειδιά: η φύση της επιστήμης, εκπαιδευτικοί ΠΕ04

Key words: nature of science, secondary science teachers

1. Εισαγωγή

Η Φύση της Επιστήμης (ΦτΕ) είναι μια έννοια πολυδιάστατη και προϋποθέτει τη συμβολή διάφορων επιστημονικών περιοχών (Φιλοσοφία, Ψυχολογία, Κοινωνιολογία, κ.ά.) ώστε να συγκροτηθεί και να προσδιοριστεί εννοιολογικά (Lederman et al., 2014). Ταυτόχρονα, η διδασκαλία της ΦτΕ θεωρείται απαραίτητη για τον επιστημονικό γραμματισμό των μαθητών (Höttecke & Allchin, 2020). Πτυχές της ΦτΕ αναπτύσσονται σε προγράμματα σπουδών διάφορων ευρωπαϊκών χωρών, των ΗΠΑ, της Αυστραλίας και της Ν. Αφρικής και προτείνονται από διεθνείς οργανισμούς, όπως ο ΟΟΣΑ, μέσω του προγράμματος αξιολόγησης PISA.

Σύμφωνα με τον McComas (2020), ορισμένες ιδέες που περιγράφουν τη ΦτΕ και μπορούν να τεθούν ως εκπαιδευτικοί στόχοι είναι ότι η επιστημονική γνώση βασίζεται στα εμπειρικά δεδομένα και έχει προσωρινό χαρακτήρα, η επιστήμη έχει υποκειμενικό χαρακτήρα, ενώ η θεωρία και οι νόμοι αποτελούν διακριτά είδη γνώσης.

Ωστόσο, οι μαθητές σπάνια διδάσκονται πτυχές της ΦτΕ, κυρίως γιατί οι εκπαιδευτικοί συναντούν δυσκολίες στην αποτελεσματική διδασκαλία τους (Capps & Crawford, 2013), αλλά και διότι πέρα από ορισμένες σημειώσεις στις εισαγωγές τους δεν υπάρχουν σημαντικές αναφορές στα σχολικά εγχειρίδια. Αναγνωρίζοντας τον ρόλο των εκπαιδευτικών στον επιστημονικό γραμματισμό των μαθητών, σημαντικός αριθμός ερευνών μελετά τις απόψεις τους για τις πτυχές της ΦτΕ (Lederman et al., 2014). Σε αυτό το θέμα εστιάζει η παρούσα έρευνα ελλείπει σχετικών ερευνών στην Ελλάδα.

2. Μεθοδολογία

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε την περίοδο Μαΐου-Ιουνίου 2021 και συμμετείχαν 157 εκπαιδευτικοί ΠΕ04, με τους άντρες να είναι λίγοι περισσότεροι από τις γυναίκες. Η διδακτική εμπειρία της πλειονότητας είναι από 12 έως 23 έτη. Όσον αφορά το ανώτερο εκπαιδευτικό τους επίπεδο, οι περισσότεροι έχουν τίτλο μεταπτυχιακών σπουδών και οι μισοί έχουν παρακολουθήσει επιμορφώσεις σχετικές με τη διδακτική των φυσικών επιστημών. Το ερευνητικό εργαλείο που επιλέχθηκε για τη συλλογή δεδομένων και μεταφράστηκε στα ελληνικά είναι το ερωτηματολόγιο Student Understanding of Science and Scientific Inquiry (SUSSI), που δημιουργήθηκε από τους Liang et al. (2008). Τα κριτήρια επιλογής του συγκεκριμένου ερωτηματολογίου αφορούν την αξιοποίησή του σε άλλες χώρες, όπως οι ΗΠΑ, η Κίνα και η Τουρκία, τον αποδεκτό δείκτη εσωτερικής συνοχής και το γεγονός ότι συνδυάζει ερωτήσεις κλειστού και ανοικτού τύπου, εξασφαλίζοντας την ανίχνευση των απόψεων των συμμετεχόντων σε σημαντικό βαθμό. Ειδικότερα, αξιολογεί τις απόψεις των εκπαιδευτικών σε έξι πτυχές της ΦτΕ: παρατηρήσεις και συμπερασμός στην επιστημονική έρευνα, αλλαγή των επιστημονικών θεωριών, επιστημονικούς νόμους έναντι των θεωριών, κοινωνικές/πολιτισμικές επιδράσεις στην επιστημονική έρευνα, φαντασία/δημιουργικότητα των επιστημόνων και επιστημονική μεθοδολογία. Για καθεμία από αυτές τις πτυχές υπάρχουν τέσσερις δηλώσεις κλειστού τύπου σε 5-βαθμη κλίμακα Likert και μία ερώτηση ανοικτού τύπου. Οι ερωτήσεις κλειστού τύπου περιλαμβάνουν δηλώσεις που αντιπροσωπεύουν είτε απλοϊκές απόψεις (naïve views) είτε ενημερωμένες απόψεις (informed views) για τη ΦτΕ (Πίνακας 1). Η εγκυροποίηση του μεταφρασμένου στα ελληνικά ερωτηματολογίου διασφαλίστηκε από δύο ερευνητές της ΔΦΕ, ενώ ο έλεγχος για την αξιοπιστία του έγινε με τον δείκτη Cronbach α , ο οποίος για το σύνολο των ερωτήσεων κλειστού τύπου βρέθηκε 0,762.

3. Αποτελέσματα

Στην παρούσα εργασία λόγω περιορισμού στην έκταση, παραθέτουμε ενδεικτικά τα αποτελέσματα μόνο της τρίτης πτυχής της ΦτΕ (επιστημονικοί νόμοι έναντι θεωριών, Πίνακας 1), η οποία παρουσιάζει τις περισσότερες παρανοήσεις. Συγκεκριμένα, στη δήλωση 1 οι κατηγορίες «συμφωνώ» και «συμφωνώ απόλυτα» συγκεντρώνουν την πλειονότητα των απαντήσεων (59,2%), ενώ σχεδόν το ένα τρίτο των συμμετεχόντων (29,3%) διαφωνούν ή διαφωνούν απόλυτα με τη θέση αυτή. Στη δήλωση 2 παρατηρείται μια διάχυση απαντήσεων στις κατηγορίες «διαφωνώ», «δεν είμαι σίγουρος/η» και «συμφωνώ» με αντίστοιχα ποσοστά 39,5%, 20,4% και 28,0%. Στη δήλωση 3 η συντριπτική πλειονότητα των συμμετεχόντων (79,6%) τάσσονται στις κατηγορίες «συμφωνώ» και «συμφωνώ απόλυτα», ενώ για τις υπόλοιπες

4^ο ΣΝΕ – Τευχίδιο Εργασιών: Ομάδα Γ

κατηγορίες υπάρχει μια ισοκατανομή πολύ μικρών ποσοστών. Τέλος, στη δήλωση 4 οι κατηγορίες «συμφωνώ» και «συμφωνώ απόλυτα» συγκεντρώνουν την πλειονότητα των συμμετεχόντων (63,0%). Στο συνέδριο θα παρουσιαστούν αναλυτικά τα αποτελέσματα για τις έξι πτυχές της ΦΤΕ.

Πίνακας 1. Απόψεις των εκπαιδευτικών για τους επιστημονικούς νόμους έναντι των θεωριών, όπως προκύπτουν από ερωτήσεις κλειστού τύπου 5-βαθμης κλίμακας Likert

	ΔΑ*	Δ	ΔΣ	Σ	ΣΑ
1. Οι επιστημονικές θεωρίες υπάρχουν στον φυσικό κόσμο και ανακαλύπτονται μέσω επιστημονικών διερευνήσεων (-)**	13 (8,3%)	33 (21,0%)	18 (11,5%)	79 (50,3%)	14 (8,9%)
2. Σε αντίθεση με τις θεωρίες, οι επιστημονικοί νόμοι δεν υπόκεινται σε αλλαγές (-)	12 (7,6%)	62 (39,5%)	32 (20,4%)	44 (28,0%)	7 4,5%
3. Οι επιστημονικοί νόμοι είναι θεωρίες που έχουν επαληθευτεί (-)	10 (6,4%)	12 (7,6%)	10 (6,4%)	108 (68,8%)	17 (10,8%)
4. Οι επιστημονικές θεωρίες επεξηγούν τους επιστημονικούς νόμους (+)	4 (2,5%)	19 (12,1%)	35 (22,3%)	82 (52,2%)	17 (10,8%)

*ΔΑ: Διαφωνώ Απόλυτα, Δ: Διαφωνώ, ΔΣ: Δεν είμαι Σίγουρος/η, Σ: Συμφωνώ, ΣΑ: Συμφωνώ Απόλυτα
** (+): ενημερωμένη άποψη (informed view), (-): απλοϊκή άποψη (naïve view)

Στην ανοικτή ερώτηση ανταποκρίθηκαν 34 από τους συμμετέχοντες στην έρευνα (Πίνακας 2) και η πλειονότητα των συμμετεχόντων (47,1%) είχαν απλοϊκές απόψεις για τους επιστημονικούς νόμους έναντι των θεωριών, 23,5% είχαν μεταβατικές απόψεις, το 14,7% είχε μη ταξινομήσιμες απαντήσεις και το 14,7% είχε ενημερωμένες απόψεις.

Πίνακας 2. Απόψεις εκπαιδευτικών για τους επιστημονικούς νόμους έναντι των θεωριών, όπως προκύπτουν από τις ερωτήσεις ανοικτού τύπου

Πτυχή της ΦΤΕ	Μη ταξινομήσιμες απόψεις	Απλοϊκές απόψεις	Μεταβατικές απόψεις	Ενημερωμένες απόψεις	Πλήθος συμμετεχόντων
Επιστημονικοί νόμοι έναντι θεωριών	5 (14,7%)	16 (47,1%)	8 (23,5%)	5 (14,7%)	34

4. Συμπεράσματα

Οι πτυχές της ΦΤΕ περιέχουν αλληλένδετες μεταξύ τους έννοιες που αφορούν εναλλακτικές απόψεις μαθητών, αλλά και εκπαιδευτικών και παρέχουν κατάλληλο πλαίσιο για την κατανόηση της επιστήμης και των ενεργειών των επιστημόνων (Bell et al., 2016). Στην παρούσα εργασία διερευνήσαμε τις απόψεις εκπαιδευτικών φυσικών επιστημών, σχετικά με μία από τις πτυχές της ΦΤΕ και συγκεκριμένα σχετικά με τη σχέση των επιστημονικών νόμων έναντι των θεωριών.

Η έρευνα έδειξε πως οι απόψεις των συμμετεχόντων, σχετικά με τη σχέση των επιστημονικών νόμων έναντι των θεωριών, είναι απλοϊκές. Πιο συγκεκριμένα, επικρατεί η απλοϊκή άποψη ότι οι επιστημονικές θεωρίες υπάρχουν στον φυσικό κόσμο και ανακαλύπτονται μέσω επιστημονικών διερευνήσεων και ότι

οι επιστημονικοί νόμοι είναι θεωρίες που έχουν επαληθευτεί. Επομένως, οι εκπαιδευτικοί δεν αναγνωρίζουν τους νόμους και τις θεωρίες ως δύο διακριτά είδη γνώσης, αλλά θεωρούν ότι αποτελούν δύο διαφορετικές μορφές της ίδιας γνώσης. Δηλαδή, υποστηρίζουν την απλοϊκή άποψη που αναφέρει ο McComas (1998), πως όταν υπάρχουν αρκετά στοιχεία, δημιουργείται μία αναπτυξιακή διαδικασία, όπου οι θεωρίες οδηγούνται στην πλήρη αποδοχή ως νόμοι. Έτσι δημιουργείται η πεποίθηση ότι οι νόμοι είναι περισσότερο ασφαλείς από τις θεωρίες. Επιπλέον, σημαντικό μέρος των συμμετεχόντων θεωρεί ότι, σε αντίθεση με τις θεωρίες, οι επιστημονικοί νόμοι δεν υπόκεινται σε αλλαγές. Η συγκεκριμένη άποψη υποδηλώνει ότι οι εκπαιδευτικοί δυσκολεύονται να αποδεχτούν την προσωρινότητα της επιστημονικής γνώσης. Παρ' όλα αυτά, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων συμφώνησε με την ενημερωμένη άποψη ότι οι θεωρίες επεξηγούν τους επιστημονικούς νόμους, πέφτοντας σε αντιφάσεις και ενισχύοντας την θέση πως οι απόψεις τους για τους νόμους και τις θεωρίες είναι απλοϊκές.

Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν πολλοί ερευνητές όπως οι Lederman et al. (2014), Merci et al. (2017) και Stefanidou et al. (2017). Μάλιστα οι Merci et al. (2017) αναφέρουν ότι, μετά από εξαμήνη παρέμβαση, οι εκπαιδευτικοί συνέχιζαν να έχουν την απλοϊκή άποψη ότι οι θεωρίες όταν ωριμάζουν γίνονται νόμοι και ότι οι νόμοι δεν υπόκεινται σε αλλαγές. Θεωρούμε πως αν δεν υπήρχαν οι περιορισμοί της πανδημίας, ο συνδυασμός του ερωτηματολογίου SUSSI με ημιδομημένες συνεντεύξεις, θα έδινε ακόμη καλύτερη εικόνα των απόψεων των συμμετεχόντων στην έρευνα.

5. Βιβλιογραφία

- Bell, R. L., Mulvey, B. K., & Maeng, J. L. (2016). Outcomes of nature of science instruction along a context continuum: Preservice secondary science teachers' conceptions and instructional intentions. *International Journal of Science Education*, 38(3), 493-520. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1151960>
- Capps, D. K., & Crawford, B. A. (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>
- Höttecke, D., & Allchin, D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, 104(4), 641-666. <https://doi.org/10.1002/sce.21575>
- 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>
- Liang, L. L., Chen, S., Chen, X., Kaya, O. N., Adams, A. D., Macklin, M., & Ebenezer, J. (2008). Assessing preservice elementary teachers' views on the nature of scientific knowledge: A dual-response instrument. *Asia-Pacific Forum on science learning and teaching*, 9(1), 1-20.
- McComas, W. F. (Ed.) (2020). *Nature of science in science instruction: Rationales and strategies*. Springer Nature. ISBN: 978-3-030-80201-1
- McComas, W. F., & Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In *The nature of science in science education* (pp. 41-52). Springer, Dordrecht. ISBN: 0-792-35080-4
- Mesci, G., & Schwartz, R. S. (2017). Changing preservice science teachers' views of nature of science: Why some conceptions may be more easily altered than others. *Research in Science Education*, 47(2), 329-351. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9503-9>

4^ο ΣΝΕ – Τευχίδιο Εργασιών: Ομάδα Γ

Stefanidou, C., & Skordoulis, C. (2017). Primary Student Teachers' Understanding of Basic Ideas of Nature of Science: Laws, Theories and Models. *Journal of Studies in Education*, 7(1), 127-153. <http://dx.doi.org/10.5296/jse.v7i1.10599>

Το Ενεργειακό Αποτύπωμα και η διερεύνηση του επιπέδου κατανόησής του από μαθητές/τριες της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Προσπάθεια για εννοιολογική ανάπτυξη και ενεργό συμμετοχή τους στη μείωσή του μέσω διδακτικής παρέμβασης

Νικόλαος Γαλάνης, Υποψήφιος Διδάκτορας, Π.Τ.Δ.Ε., Α.Π.Θ.

Γεώργιος Μαλανδράκης, Π.Τ.Δ.Ε., Α.Π.Θ.

Περίληψη

Η παρούσα διατριβή έχει ως σκοπό τη διερεύνηση του επιπέδου κατανόησης της έννοιας του ενεργειακού αποτυπώματος (ΕΑ) από μαθητές/τριες της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και την προσπάθεια ενεργού συμμετοχής τους στη μείωσή του, μέσω διδακτικής παρέμβασης. Στην πρώτη έρευνα αναπτύχθηκε ερωτηματολόγιο δώδεκα εικόνων που απεικονίζουν καθημερινά προϊόντα ή υπηρεσίες και συμμετείχαν 416 μαθητές/τριες του πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μαθητές/τριες δεν κατανοούν την έννοια του ΕΑ. Στη δεύτερη έρευνα σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε μία Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (ΔΜΑ) διάρκειας 20 ωρών, σε 80 μαθητές/τριες Α' Γυμνασίου, με σκοπό την αλλαγή των αντιλήψεων και πρακτικών τους προς την αειφορική χρήση ενέργειας.

Abstract

The present thesis explores the secondary school students' understanding about the energy footprint (EF) concept and the effort of their active participation in its reduction, through intervention. In the first survey, 416 students of the urban complex of Thessaloniki participated by using a developed questionnaire with images, depicting everyday products or services. Results indicate that students do not apprehend the EF concept. While in the second, a Teaching- Learning Sequence (TLS) was designed and implemented with a duration of twenty 20 hours, in 80 7th grade students, with the aim of changing their perceptions and practices towards sustainable energy use.

Λέξεις κλειδιά: ενεργειακό αποτύπωμα (ΕΑ), ερωτηματολόγιο με εικόνες, διδακτική μαθησιακή ακολουθία (ΔΜΑ), μαθητές/τριες Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Key words: energy footprint (EF), questionnaire image tool, secondary school students, teaching learning sequence (TLS)

1. Εισαγωγή

Η έννοια της βιωσιμότητας συνδέεται με τα αποτυπώματα, που αποτελούν περιβαλλοντικούς δείκτες της (O'Gorman & Davis, 2013), και χρησιμοποιούνται και στην εκπαίδευση (Nunes et al., 2013). Το Οικολογικό Αποτύπωμα (ΟΑ) περιλαμβάνει πέντε κατηγορίες κατανάλωσης φυσικών πόρων από τον άνθρωπο (ενέργεια, κατοικίες-υποδομές, ξυλεία-χαρτί, τρόφιμα-ίνες και θαλασσινές τροφές), καθώς και τα παραγόμενα απορρίμματα από την κατανάλωση αυτή (Borucke et al., 2013). Το Ενεργειακό Αποτύπωμα (ΕΑ) αποτελεί τη σημαντικότερη συνιστώσα του ΟΑ, αντιστοιχώντας στο 54% αυτού (Borucke et al., 2013), και το οποίο είναι αποκλειστικά αφιερωμένο σε ένα μόνο απόβλητο, το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Σημειώνεται ότι το ΕΑ, αναφέρεται στη συνολική ποσότητα ανθρωπογενούς CO₂ που απαιτείται για την δημιουργία ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας, σε όλο τον κύκλο ζωής τους,


και μετριέται σε παγκόσμια εκτάρια (gha) παραγωγικής γης ή υδάτων τα οποία απαιτούνται για την απορρόφησή του (Fang et al., 2014).

Η κλιματική αλλαγή οφείλεται στις ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHGs) (Fang et al., 2014). Υπάρχουν δύο βασικές προσεγγίσεις περιγραφής τους, το ΕΑ και το ανθρακικό αποτύπωμα (ΑΑ). Η διαφορά τους είναι ότι στο ΑΑ υπολογίζονται οι εκπομπές των έξι αερίων του θερμοκηπίου τα οποία περιλαμβάνονται στο Πρωτόκολλο του Κιότο: CO₂, μεθάνιο (CH₄), μονοξείδιο του αζώτου (N₂O), υδροφθοράνθρακες (HFCs), υπερφθοράνθρακες (PFCs) και εξαφθοριούχο θείο (SF₆) (Boruche et al., 2013), ενώ στο ΕΑ μόνο το CO₂. Κατά τη διάρκεια της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και τη δημιουργία του ερευνητικού εργαλείου της πρώτης έρευνας κρίθηκε απαραίτητη η χρήση της έννοιας του ΑΑ έναντι του ΕΑ.

Η πλειοψηφία των μέχρι τώρα ερευνών επικεντρώνεται στη μέτρηση του ΟΑ/ΕΑ/ΑΑ μαθητών/τριών ή εκπαιδευτικών μονάδων (Li, Tan, & Rackes, 2015), με τη σύγκρισή του και με διοικητικές -και όχι διδακτικές- παρεμβάσεις με σκοπό τη μείωσή του (Collins et al., 2018). Επομένως, δεν υπάρχουν έρευνες για την κατανόηση των εννοιών αυτών από μαθητές/τριες και την έλλειψη αυτή έρχεται να συμπληρώσει η παρούσα διατριβή, σκοπός της οποίας είναι η διερεύνηση της κατανόησης της έννοιας του ΑΑ από μαθητές/τριες Β/θμιας Εκπ/σης και η προσπάθεια για μείωσή του μέσω διδακτικής παρέμβασης.

2. Μεθοδολογία

Το ερευνητικό μέρος περιλαμβάνει δύο κύριες έρευνες. Στην πρώτη διερευνήθηκε το επίπεδο κατανόησης του ΑΑ 416 μαθητών/τριών Β/θμιας Εκπ/σης του πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης και ειδικότερα από τις τάξεις Α' Γυμνασίου, και Α' και Γ' Λυκείου. Με τον τρόπο αυτό διερευνήθηκε και η εξέλιξη κατανόησης της έννοιας του ΑΑ ανάμεσα στις διάφορες ηλικιακές ομάδες.

4. Κινητό τηλέφωνο (αχρησιμοποίητο)									
4.α. Πού χρησιμοποιείται ενέργεια σε όλα τα στάδια ζωής του;									
4.β. Σε όλα τα στάδια της ζωής του, πώς επηρεάζει το περιβάλλον; (κυκλώστε αυτό που νομίζετε πιο σωστό)									
Θετικά:				Είναι ουδέτερο		Αρνητικά:			
Πάρα πολύ	Πολύ	Αρκετά	Λίγο	Καθόλου	Λίγο	Αρκετά	Πολύ	Πάρα πολύ	
4	3	2	1	0	1	2	3	4	
4.γ. Εξηγήστε πώς γίνεται αυτό (Δώστε, αν θέλετε, 1-2 παραδείγματα για να εξηγήσετε τη γνώμη σας)									

Εικόνα 1: Παράδειγμα της τέταρτης εικόνας του ερωτηματολογίου με τις αντίστοιχες ερωτήσεις

Ερευνητικό εργαλείο αποτέλεσε ένα ερωτηματολόγιο δώδεκα εικόνων που απεικονίζουν καθημερινά προϊόντα ή υπηρεσίες και συνδυάζει τη συλλογή ποιοτικών και ποσοτικών δεδομένων, βασιζόμενο σε αντίστοιχα ανάλογων ερευνών της διεθνούς βιβλιογραφίας (DeWaters & Powers, 2012). Οι δώδεκα εικόνες οι οποίες περιλαμβάνονταν στο ερωτηματολόγιο αντιστοιχούσαν στους

4^ο ΣΝΕ – Τευχίδιο Εργασιών: Ομάδα Γ

έξι τομείς του ΑΑ (δύο εικόνες/τομέα), καλύπτοντας όλες τις περιπτώσεις της έννοιάς του. Σε κάθε εικόνα αντιστοιχούσαν τρεις ερωτήσεις: (α) Πού χρησιμοποιείται ενέργεια σε όλα τα στάδια ζωής του προϊόντος ή υπηρεσίας (ανοικτού τύπου), (β) Αν η χρησιμοποιούμενη ενέργεια έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον (κλίμακα από -4 έως +4), και (γ) Με ποιο τρόπο γίνεται ο επηρεασμός αυτός (ανοικτού τύπου) (Εικόνα 1). Τέλος, υπήρχε και μια ερώτηση η οποία ζητούσε από τους συμμετέχοντες να προτείνουν τρόπους μείωσης της χρησιμοποιούμενης ενέργειας στις προαναφερθείσες δώδεκα περιπτώσεις.

Στη δεύτερη έρευνα, που ακολούθησε μετά την ανάλυση των δεδομένων της πρώτης, πραγματοποιήθηκε (Μάρτιος- Μάιος 2022). διδακτική παρέμβαση διάρκειας ~20 διδακτικών ωρών με σκοπό την εννοιολογική ανάπτυξη και ενεργό συμμετοχή των συμμετεχόντων μαθητών/τριών στη μείωση του ΑΑ. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση σε τέσσερα τμήματα της Α' Γυμνασίου (~80 μαθητές/τριες) και θα ελεγχθεί η αρχική (pre) και η μετά (post) τη διδακτική παρέμβαση αξιολόγηση της μάθησης των συμμετεχόντων, μέσω της χορήγησης των ίδιων ερευνητικών εργαλείων. Τα ερευνητικά εργαλεία είναι τα εξής: 1) Ερωτηματολόγιο με εικόνες (χρησιμοποιήθηκε και στην πρώτη έρευνα), 2) Εννοιολογικός Χάρτης, 3) Μέτρηση του ΟΑ των συμμετεχόντων/ουσών και 4) Συνέντευξη.

3. Αποτελέσματα

Τα κυριότερα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων της πρώτης έρευνας είναι τα εξής:

- Οι μαθητές/τριες δεν κατανοούν ότι απαιτείται ενέργεια στα στάδια ζωής πριν (πρώτες ύλες) και μετά (τελική διάθεση) τη χρήση των προϊόντων ή υπηρεσιών και ότι δύναται να υπάρξει αρνητικό ή καθόλου ΑΑ. Το στάδιο στο οποίο αναγνωρίζουν περισσότερο τη χρήση ενέργειας είναι το στάδιο της χρήσης. Όσο μεγαλύτερη είναι η τάξη φοίτησης τόσο μεγαλύτερο και το ποσοστό αναγνώρισης αυτού του σταδίου.
- Ο μέσος όρος επηρεασμού του περιβάλλοντος ήταν -0.74, υποδηλώνοντας ότι οι μαθητές/τριες αναγνωρίζουν μια ελαφρά αρνητική επίδραση στο περιβάλλον από τη χρήση ενέργειας.
- Οι μαθητές/τριες θεωρούν ότι οι σημαντικότεροι αρνητικοί τρόποι επίδρασης στο περιβάλλον εξαιτίας της χρήσης ενέργειας είναι η ίδια η κατανάλωση ενέργειας, η πρόκληση αερίων του θερμοκηπίου, η τελική απόθεση των προϊόντων χωρίς ανακύκλωση, η επιβάρυνση της ανθρώπινης υγείας και η αποψίλωση των δασών. Αντίθετα, οι θετικοί τρόποι επίδρασης είναι η αύξηση της παραγωγής τροφής, η διευκόλυνση της ανθρώπινης ζωής και μεταφοράς.
- Η κατανάλωση νερού και τροφής, αν και είναι από τους σημαντικότερους τομείς επιβάρυνσης του ΑΑ, δεν αποτελούν για τους

4^ο ΣΝΕ – Τευχίδιο Εργασιών: Ομάδα Γ

μαθητές/τριες βασικούς προτεινόμενους τομείς μείωσης της χρήσης ενέργειας (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Προτεινόμενοι τρόποι μείωσης της χρήσης ενέργειας στα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ή υπηρεσίας από τους μαθητές/τριες

Τομείς μείωσης	Τάξη	Ποσοστό απαντήσεων	Ενδεικτικοί προτεινόμενοι τρόποι μείωσης της χρήσης ενέργειας (με σειρά συχνότερης εμφάνισης)
Ενέργεια	7η	62%	<ul style="list-style-type: none">• Εξοικονόμηση ενέργειας (κλείσιμο φώτων, απενεργοποίηση ηλεκτρικών συσκευών)• Μείωση χρήσης ηλεκτρικών συσκευών, κινητών, υπολογιστών, κλιματιστικού• Χρήση ΑΠΕ (και μείωση λιγνίτη, πετρελαίου)• Χρήση ηλιακών θερμοσίφωνων
	10η	59%	
	12η	56%	
Προϊόντα-υπηρεσίες	7η	45%	<ul style="list-style-type: none">• Ανακύκλωση• Μείωση σκουπιδιών• Μείωση χρήσης πλαστικού• Αποφυγή υπερκατανάλωσης
	10η	41%	
	12η	52%	
Μεταφορές /Μετακινήσεις	7η	27%	<ul style="list-style-type: none">• Πόδια, ποδήλατο• Μέσα Μαζικής Μεταφοράς αντί αυτοκινήτου• Ηλεκτρικά αυτοκίνητα
	10η	21%	
	12η	31%	
Νερό	7η	13%	<ul style="list-style-type: none">• Εξοικονόμηση νερού (κλείσιμο βρύσης κατά το πλύσιμο των δοντιών- ξυρίσματος- πλυσίματος πιάτων, χρήση φίλτρου νερού)
	10η	4%	
	12η	3%	
Τροφή	7η	6%	<ul style="list-style-type: none">• Προτίμηση σε εγχώρια, τοπικά προϊόντα• Προτίμηση σε βιολογικά προϊόντα• Προτίμηση σε εποχιακά προϊόντα• Κατανάλωση μικρότερης ποσότητας κρέατος, φρούτων
	10η	13%	
	12η	6%	

Η δεύτερη έρευνα βρίσκεται υπό εξέλιξη, και αναμένεται να παρουσιαστούν τα βασικά αποτελέσματά της κατά την διάρκεια του 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Νέων Ερευνητών και Ερευνητριών (4^ο ΣΝΕ της ΕΝΕΦΕΤ) (16-18 Σεπτεμβρίου 2022).

4. Συμπεράσματα

Η βασική διαπίστωση είναι ότι οι μαθητές/τριες δεν κατανοούν την έννοια του ΑΑ. Επειδή, όμως, το ΑΑ είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την επιλογή των κατάλληλων περιβαλλοντικών μέτρων που θα βοηθήσουν στη μείωσή του (Li et al., 2008), προτείνεται η συνέχιση της έρευνας και σε μαθητές/τριες άλλων σχολείων και άλλων πόλεων. Ακόμη, προτείνεται η ενσωμάτωση της διδασκαλίας της έννοιας του ΑΑ στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών και στην ευρύτερη εκπαιδευτική διαδικασία. Κατανοώντας οι μαθητές/τριες την έννοιά του, μπορούν να ευαισθητοποιηθούν και κατ' επέκταση να τροποποιήσουν τις καθημερινές τους συνήθειες, καθιστώντας τις περισσότερο βιώσιμες.

5. Βιβλιογραφία

4^ο ΣΝΕ – Τευχίδιο Εργασιών: Ομάδα Γ

- Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Gracey, K., Iha, K., Larson, J., & Galli, A. (2013). Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework. *Ecological Indicators*, 24, 518-533.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.08.005>
- Collins, A., Galli, A., Patrizi, N. & Pulselli, F.M. (2018). Learning and teaching sustainability: The contribution of Ecological Footprint calculators. *Journal of Cleaner Production*, 174, 1000-1010.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.024>
- DeWaters, J. & Powers, S. (2012). Establishing measurement criteria for an energy literacy questionnaire. *The Journal of Environmental Education*, 44(1), 38-55.
<https://doi.org/10.1080/00958964.2012.711378>
- Fang, K., Heijungs, R., & De Snoo, G.R. (2014). Theoretical exploration for the combination of the ecological, energy, carbon, and water footprints: Overview of a footprint family. *Ecological Indicators*, 36, 508-518.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.08.017>
- Li, X., Tan, H. & Rackes, A. (2015). Carbon footprint analysis of student behavior for a sustainable university campus in China. *Journal of Cleaner Production*, 106, 97-108.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.084>
- Li, G. J., Wang, Q, Gu, X. W., Liu, J. X., Ding, Y., & Liang, G. Y. (2008). Application of the componential method for ecological footprint calculation of a Chinese university campus. *Ecological Indicators*, 8(1), 75-78.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2007.01.007>
- Nunes, L. M., Catarino, A., Ribau Teixeira, M., Cuesta E. M. (2013). Framework for the Inter-comparison of Ecological Footprint of Universities. *Ecological Indicators*, 32, 276-284.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.04.007>
- O’Gorman, L., Davis, J. (2013). Ecological Footprinting: Its Potential as a Tool for Change in Preservice Teacher Education. *Environmental Education Research*, 19(6), 779-791.
<https://doi.org/10.1080/13504622.2012.749979>

Εννοιολογική αλλαγή στις Φυσικές Επιστήμες: Διερεύνηση της επίδρασης γνωστικών μεταβλητών στη συνεκτικότητα της γνώσης των παιδιών

Ελένη Κανελλιά, Υποψήφια Διδάκτωρ, Τμήμα Φιλοσοφίας και Παιδαγωγικής, Α.Π.Θ.

Δημήτριος Σταμοβλάσης, Τμήμα Φιλοσοφίας και Παιδαγωγικής, Α.Π.Θ.

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να συνεισφέρει στην κατανόηση της φύσης της γνώσης των παιδιών πριν υιοθετήσουν την επιστημονική άποψη. Συγκεκριμένα, θα διερευνηθεί εάν οι προϋπάρχουσες αντιλήψεις για τα φυσικά φαινόμενα είναι συνεκτικές ή κατακερματισμένες, εάν η διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής αποτελεί γραμμική ή μη-γραμμική διαδικασία και σε ποιο βαθμό αυτή μπορεί να εξηγηθεί από την επίδραση γνωστικών μεταβλητών της Νεο-Πιαζέταιας Θεωρίας. Επιπλέον, θα εφαρμοστούν προχωρημένες μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης προκειμένου να αναδειχθούν ισχυρά επιστημονικά αποτελέσματα. Η παρούσα έρευνα αποτελεί μία καινοτόμο προσπάθεια, καθώς συμπεριλαμβάνει πιθανές προγνωστικές μεταβλητές και επανεξετάζει το συγκεκριμένο κρίσιμο ζήτημα με νέα μεθοδολογικά εργαλεία.

Abstract

The purpose of this study is to contribute to the understanding of the nature of children's knowledge before adopting the scientific point of view. Specifically, it will be investigated whether pre-existing conceptions of physical phenomena are coherent or fragmented, whether the process of conceptual change is a linear or non-linear process, and to what extent it can be explained by the influence of cognitive variables in Neo-Piagetian Theory. In addition, advanced methods of statistical analysis will be applied in order to bring out strong scientific results. The present research is an innovative effort, as it includes possible prognostic variables and re-examines this critical issue with new methodological tools.

Λέξεις κλειδιά: εννοιολογική αλλαγή, Νεο-Πιαζέταια Θεωρία, προχωρημένοι μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης, συνεκτική και κατακερματισμένη γνώση

Keywords: conceptual change, Neo-Piagetian Theory, advanced methods of statistical analysis, coherent and fragmented knowledge

1. Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες, στην έρευνα αναφορικά με την κατανόηση των εννοιών των Φυσικών Επιστημών από τους μαθητές και τη φύση της γνώσης τους πριν την κατάκτηση της επιστημονικής άποψης, έχουν διατυπωθεί δύο κυρίαρχες θεωρητικές προοπτικές, οι οποίες, παρότι βρίσκονται σε πλήρη αντίθεση, υποστηρίζονται εξίσου από εμπειρικά δεδομένα. Η πρώτη αντιμετωπίζει τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις ως ενιαία *θεωρία παισιού* με επεξηγηματική ισχύ (Vosniadou, 1994), ενώ η δεύτερη ως ένα σύνολο ημι-ανεξάρτητων *τμημάτων γνώσης* (DiSessa, 1993). Δεδομένου ότι καθεμία από αυτές προσεγγίζει τη δομή και την ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης (δηλαδή τη διαδικασία που είναι γνωστή ως *εννοιολογική αλλαγή*) με διαφορετικό τρόπο, η διασαφήνιση του ζητήματος έχει μεγάλη θεωρητική σημασία και επηρεάζει ουσιαστικά τις προτεινόμενες διδακτικές προσεγγίσεις.

Στη συντριπτική πλειονότητα των σχετικών ερευνών, η ερμηνεία του φαινομένου της μάθησης επιχειρείται εξετάζοντας μόνο το μαθησιακό αποτέλεσμα, χωρίς να ενσωματώνονται ανεξάρτητες ψυχομετρικές μεταβλητές, οι οποίες είναι γνωστό από άλλες μελέτες ότι διαδραματίζουν

καθοριστικό ρόλο στην κατάκτηση της γνώσης (Efklides, 2008; Metallidou & Platsidou, 2008). Η παρατήρηση αυτή είναι αξιοσημείωτη, καθώς η προσπάθεια συσχέτισης προβλεπτικών μεταβλητών με τη συνεκτικότητα της γνώσης θα διεύρυνε το πεδίο της εννοιολογικής αλλαγής, ώστε να επέλθει η θεωρητική συναίνεση. 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 (DiSessa, 2006, 2013).

2. Θεωρητικό πλαίσιο

Στην παρούσα πρόταση υπάρχουν τρία βασικά θεωρητικά ερείσματα που καθοδηγούν την έρευνα και αναλύονται εκτενώς παρακάτω.

Συνεκτική ή Κατακερματισμένη γνώση

Τις τελευταίες δεκαετίες, έχουν επικρατήσει δύο ανταγωνιστικές θεωρητικές προοπτικές αναφορικά με τη φύση των ιδεών και αντιλήψεων των μαθητών πριν την κατάκτηση της επιστημονικής άποψης. Η πρώτη προσέγγιση αντιλαμβάνεται τις προϋπάρχουσες ιδέες ως δομές *συνεκτικές* και σταθερές και τις χαρακτηρίζει ως *παρόμοιες με θεωρία* (theory-like). Σύμφωνα με αυτή, οι μαθητές, με το πέρασμα των ετών, οικοδομούν ένα σύνολο εννοιολογικών δομών, οι οποίες χαρακτηρίζονται ρητά ως *συνεκτικά νοητικά μοντέλα* (coherent mental models) και συγκροτούν μία *θεωρία πλαισίου* (framework theory). Το σημαντικότερο στοιχείο της θεωρίας πλαισίου είναι ότι έχει επεξηγηματική ισχύ, καθώς αξιοποιείται από τα παιδιά με συνέπεια στην προσπάθεια ερμηνείας μίας ποικιλίας φαινομένων (Vosniadou & Brewer, 1992, 1994).

Η εναλλακτική προοπτική υποστηρίζει πως οι αντιλήψεις των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα, μέχρι αυτοί να κατακτήσουν την επιστημονική άποψη, δεν είναι συνεκτικές και σταθερές, αλλά αποτελούνται από ανεξάρτητα τμήματα που οργανώνονται κατ' απαίτηση όποτε υπάρχει κάποια νοητική δοκιμασία. Οι υπέρμαχοι αυτής της θέσης χαρακτηρίζουν τις προϋπάρχουσες ιδέες των παιδιών ως *γνώση σε κομμάτια* (knowledge in pieces) ή *κατακερματισμένη γνώση* (fragmented knowledge) (DiSessa, 1993; DiSessa et al., 2004). Σε αυτό το πλαίσιο, οι αντιλήψεις τους αντιμετωπίζονται ως ένα σύνολο ημιανεξάρτητων στοιχείων, τα οποία συνδυάζονται από το παιδί με διάφορους τρόπους, ώστε να απαντήσει στην εκάστοτε ερώτηση (Clark, 2006; Özdemir & Clark, 2007).

Η Νεο-Πιαζέτεια Θεωρία στο πεδίο της εννοιολογικής αλλαγής

Στην παρούσα έρευνα προτείνεται η υιοθέτηση της Νεο-Πιαζέτεια Θεωρίας (ΝΠΘ), που αποτελεί εξέλιξη της Θεωρίας του Piaget. Συγκεκριμένα, θα αξιοποιηθούν ορισμένες βασικές μεταβλητές όπως η Λογική Σκέψη, η Συγκλίνουσα/ Αποκλίνουσα Σκέψη και η Εξάρτηση/ Ανεξαρτησία από το Πεδίο.

Η *Λογική Σκέψη* ή *Τυπική Συλλογιστική* αναφέρεται στην ικανότητα του ατόμου να χρησιμοποιεί λογική που αντιστοιχεί κυρίως στο στάδιο των τυπικών ή αφηρημένων συλλογισμών (Lawson, 1978, 1985). Η *Συγκλίνουσα/ Αποκλίνουσα Σκέψη* είναι ένα γνωστικό ύφος που διαφοροποιεί κάποιες διαστάσεις της νοημοσύνης (Child & Smithers, 1973). Η *Εξάρτηση/ Ανεξαρτησία από το Πεδίο* είναι ένα ακόμη γνωστικό ύφος και σχετίζεται με την ικανότητα ενός ατόμου να εντοπίζει μια σχετική πληροφορία μέσα σε ένα

πολύπλοκο πλαίσιο (Witkin & Goodenough, 1981). Σημαντικός αριθμός ερευνών έχει αναδείξει τη συσχέτισή τους με την επίδοση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες (π.χ. Κυπραίος, Parageorgiou, & Stamovlasis, 2014; Lawson & Thompson, 1988).

Η μη-γραμμική δυναμική στο πεδίο της εννοιολογικής αλλαγής

Η διευκρίνιση της φύσης της εννοιολογικής αλλαγής (δηλαδή εάν αυτή είναι μια συνεχής, με γραμμικό τρόπο, εξέλιξη διαμέσου διακριτών σταδίων ή μπορεί να εμπεριέχει και ασυνεχείς, μη-γραμμικές, μεταβολές) είναι άμεσα συνυφασμένη με την αναζήτηση της φύσης της γνώσης και, κατά συνέπεια, με την υπόθεση των συνεκτικών νοητικών μοντέλων. Σύμφωνα με την προσέγγιση των νοητικών μοντέλων, η μετάβαση από το ένα νοητικό μοντέλο στο επόμενο αντιμετωπίζεται ως γραμμική, ομαλή, προοδευτική-βηματική αλλαγή (Vosniadou & Brewer, 1992). Αντιθέτως, η προοπτική της κατακερματισμένης γνώσης (DiSessa, 1993) αφήνει περιθώρια για την ανάδυση της κατανόησης μέσω της αλληλεπίδρασης κάποιων αρχετυπικών στοιχείων (p-prims) με μη-γραμμικό τρόπο. Ωστόσο, και για τις δύο θεωρητικές παραδοχές δεν υπάρχει έως τώρα καμιά σχετική εμπειρική μαρτυρία.

Στην παρούσα εργασία, θα εξεταστεί το φαινόμενο της εννοιολογικής αλλαγής στην έννοια της Δύναμης διότι οι προηγούμενες σχετικές έρευνες του πεδίου έχουν οδηγηθεί σε αντιφατικά αποτελέσματα (DiSessa et al., 2004; Ioannides & Vosniadou, 2002; Vaioroulou et al., 2017; Stamovlasis et al., 2013).

3. Μεθοδολογία

Στην παρούσα έρευνα θα συλλεχθούν δεδομένα για την εννοιολογική αλλαγή κυρίως μέσω κλειστών ερωτηματολογίων. Για την έννοια της Δύναμης θα αξιοποιηθεί, το Force-RQ (Force Representations Questionnaire), ένα ερωτηματολόγιο πολλαπλής επιλογής, το οποίο περιλαμβάνει 10 ερωτήσεις και 4 προδιατυπωμένες απαντήσεις, κάθε ερώτηση συνοδεύεται από μια επεξηγηματική εικόνα και αναφέρεται σε διάφορες καταστάσεις της Δύναμης. Για τον έλεγχο ορισμένων επιπλέον ερωτημάτων, θα χρησιμοποιηθεί το Force-RoQ (Force Representations open Questionnaire), το οποίο αποτελείται από τα ίδια ακριβώς ερωτήματα με το κλειστό ερωτηματολόγιο, αλλά τα παιδιά μπορούν να αιτιολογήσουν την άποψή τους με ανοιχτού τύπου γραπτή απάντηση. Τέλος, για τις γνωστικές μεταβλητές θα χρησιμοποιηθούν τα αντίστοιχα ψυχομετρικά τεστ. Πιο συγκεκριμένα, η Λογική Σκέψη θα μετρηθεί με το γραπτό τεστ του Lawson (1978), ο βαθμός Εξάρτησης/ Ανεξαρτησίας από το Πεδίο θα αξιολογηθεί μέσω του τεστ των Witkin, Oltman, Raskin και Karp (1971) και η επίδοση στην Αποκλίνουσα Σκέψη θα μετρηθεί με το τεστ του Bahar (1999).

Η ανάλυση των εμπειρικών δεδομένων

Μια κατάλληλη μέθοδος για την ανάλυση των δεδομένων είναι η *Ανάλυση Λανθανουσών Τάξεων* (Latent Class Analysis – LCA). Η LCA είναι μία προχωρημένη πολυμεταβλητή μέθοδος, η οποία χρησιμοποιεί Bayesian στατιστική και είναι σε θέση να εντοπίσει διακριτές ομάδες (clusters) ατόμων με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά (προφίλ). Η LCA έχει ήδη χρησιμοποιηθεί στην έρευνα για τα νοητικά μοντέλα των παιδιών και τα πρώτα ευρήματα είναι πολύ ενδιαφέροντα (Pluess et al., 2018; Schneider & Hardy, 2013; Stamovlasis

et al., 2013), ενώ η δυνατότητα να συμπεριληφθούν εξωτερικές μεταβλητές (ως ανεξάρτητες ή εξαρτημένες) την καθιστά πολύτιμο εργαλείο σε αυτό το πεδίο.

Επιπλέον, θα πραγματοποιηθεί ποιοτική ανάλυση περιεχομένου των απαντήσεων από ανοιχτού τύπου ερωτήσεις, οι οποίες θα κατηγοριοποιηθούν με το λογισμικό ποιοτικής ανάλυσης Atlas.ti 7.5. Τέλος, για την υπόθεση που σχετίζεται με τη γραμμική ή μη-γραμμική αλλαγή των νοητικών αναπαραστάσεων, ο εμπειρικός έλεγχος για ασυνεχείς μεταβολές θα πραγματοποιηθεί με στατιστικά μοντέλα της Θεωρίας Καταστροφών.

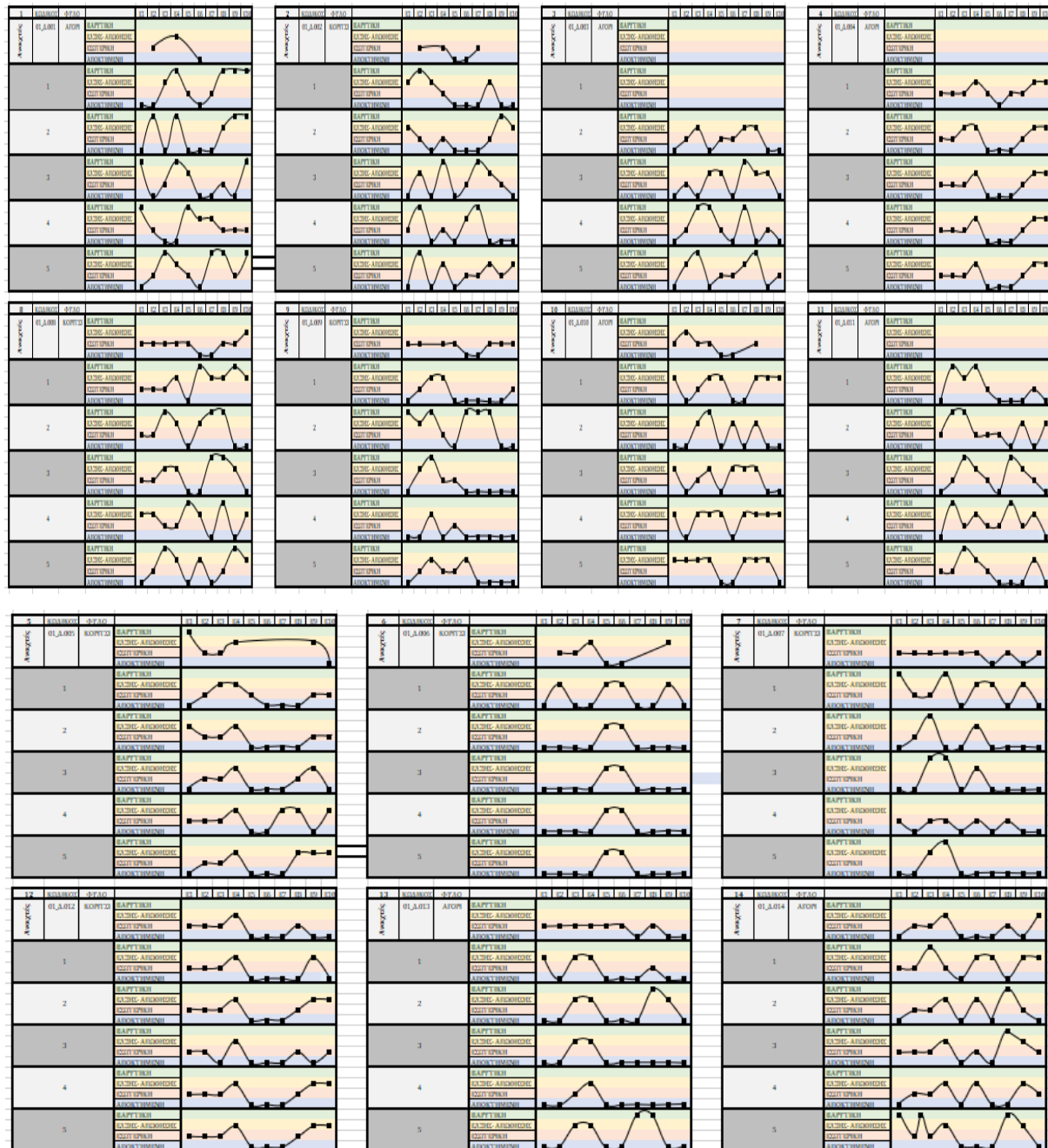
Τα αναμενόμενα αποτελέσματα έχουν σημαντική θεωρητική συνεισφορά, η οποία περαιτέρω θα στηρίξει την ανάπτυξη των διδακτικών πρακτικών στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών.

4. Προκαταρκτικά αποτελέσματα

Για να εξεταστεί η συνέπεια των μοτίβων των απαντήσεων πραγματοποιήθηκε μια πιλοτική έρευνα, η οποία στόχευε και στον εντοπισμό της συνέπειας στον χρόνο. Συγκεκριμένα, χορηγήθηκε το Force-RQ σε ένα μικρό δείγμα 14 μαθητών (Δ' Δημοτικού) πέντε φορές με χρονική απόσταση μίας εβδομάδας. Την πρώτη φορά συμπλήρωσαν και το Force-RoQ. Θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι δεν πρόκειται για την εφαρμογή ενός αυστηρά οργανωμένου πειραματικού σχεδιασμού, αλλά για μία αρχική καταγραφή επαναληπτικών μετρήσεων στο πεδίο των νοητικών μοντέλων, καθώς θα μπορούσε να οδηγήσει σε ορισμένα ενδιαφέροντα ευρήματα.

Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 1, δεν παρουσιάζονται απαντήσεις πλήρως συνεπείς ως προς κάποιο υποθετικό νοητικό μοντέλο, αλλά ούτε και ως προς το επιστημονικό. Ορισμένες αξιοσημείωτες ενδείξεις που προκύπτουν από την παρατήρηση του Διαγράμματος είναι ότι οι απαντήσεις των παιδιών 4 και 12 ταλαντώνονται συστηματικά μεταξύ τριών μοντέλων και του παιδιού 6 μεταξύ δύο μοντέλων, ωστόσο, είναι πολύ ενδιαφέρον ότι στα υπόλοιπα παιδιά τα μοτίβα των απαντήσεων είναι εντελώς διαφορετικά, με αποτέλεσμα να μην εντοπίζονται συνεκτικά νοητικά μοντέλα. Οι ενδείξεις αυτές δεν συνηγορούν στην ύπαρξη σταθερών και συνεκτικών γνωστικών δομών που συμπεριφέρονται γενικά με συνέπεια και ειδικά στον χρόνο.

Διάγραμμα 1: Δύναμη - Συνέπεια απαντήσεων στο χρόνο



5. Βιβλιογραφία

- Bahar, M. (1999). *Investigation of biology students' cognitive structure through word association tests, mind maps and structural communication grids*. University of Glasgow.
- Child, D., & Smithers, A. (1973). An attempted validation of the Joyce-Hudson scale of convergence and divergence. *British Journal of Educational Psychology*, 43(1), 57–62. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1973.tb00738.x>
- Clark, D. B. (2006). Longitudinal Conceptual Change in Students' Understanding of Thermal Equilibrium: An Examination of the Process of Conceptual Restructuring. *Cognition and*

- Instruction*, 24(4), 467–563. https://doi.org/10.1207/s1532690xci2404_3
- DiSessa, A. A. (1993). Toward an Epistemology of Physics. *Cognition and Instruction*, 10(2–3), 105–225. <https://doi.org/10.1080/07370008.1985.9649008>
- DiSessa, A. A. (2006). A History of Conceptual Change Research: Threads and fault lines. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 88–108). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139519526.007>
- DiSessa, A. A. (2013). A Bird’s-Eye View of the “Pieces” vs. “Coherence” Controversy (from the “Pieces” side of the Fence). In S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 31–48). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203154472.ch2>
- DiSessa, A. A., Gillespie, N. M., & Esterly, J. B. (2004). Coherence versus fragmentation in the development of the concept of force. *Cognitive Science*, 28(6), 843–900. <https://doi.org/10.1016/j.cogsci.2004.05.003>
- Efklides, A. (2008). Metacognition. *European Psychologist*, 13(4), 277–287. <https://doi.org/10.1027/1016-9040.13.4.277>
- Ioannides, C., & Vosniadou, S. (2002). The Changing Meanings of Force. *Cognitive Science Quarterly*, 2(1), 5–61.
- Kypraios, N., Papageorgiou, G., & Stamovlasis, D. (2014). The Role of Some Individual Differences in Understanding Chemical Changes: A Study in Secondary Education. *International Journal of Environmental and Science Education*, 9(4), 413–427.
- Lawson, A. E. (1978). The development and validation of a classroom test of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1), 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(7), 569–617. <https://doi.org/10.1002/tea.3660220702>
- Lawson, A. E., & Thompson, L. D. (1988). Formal reasoning ability and misconceptions concerning genetics and natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(9), 733–746. <https://doi.org/10.1002/tea.3660250904>
- Metallidou, P., & Platsidou, M. (2008). Kolb’s Learning Style Inventory-1985: Validity issues and relations with metacognitive knowledge about problem-solving strategies. *Learning and Individual Differences*, 18(1), 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2007.11.001>
- Özdemir, G., & Clark, D. B. (2007). An overview of conceptual change theories. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(4), 351–361. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75414>
- Pluess, M., Assary, E., Lionetti, F., Lester, K. J., Krapohl, E., Aron, E. N., & Aron, A. (2018). Environmental sensitivity in children: Development of the Highly Sensitive Child Scale and identification of sensitivity groups. *Developmental Psychology*, 54(1), 51–70. <https://doi.org/10.1037/dev0000406>
- Schneider, M., & Hardy, I. (2013). Profiles of inconsistent knowledge in children’s pathways of conceptual change. *Developmental Psychology*, 49(9), 1639–1649. <https://doi.org/10.1037/a0030976>
- Stamovlasis, D., Papageorgiou, G., & Tsitsipis, G. (2013). The coherent versus fragmented knowledge hypotheses for the structure of matter: an investigation with a robust statistical methodology. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), 485–495. <https://doi.org/10.1039/C3RP00042G>
- Vaiopoulou, J., Stamovlasis, D., & Papageorgiou, G. (2017). New Perspectives for Theory Development in Science Education: Rethinking Mental Models of Force in Primary School. In R. V Nata (Ed.), *Progress in Education, Volume 47* (pp. 1–16). Nova Science Publishers, Inc.

4^ο ΣΝΕ – Τευχίδιο Εργασιών: Ομάδα Γ

- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction, 4*(1), 45–69. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90018-3)
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology, 24*(4), 535–585. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90018-W](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90018-W)
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental Models of the Day / Night Cycle. *Cognitive Science, 18*(1), 123–183. <https://doi.org/10.1207/s15516709cog1801>
- Witkin, H A, & Goodenough, D. R. (1981). Cognitive styles: essence and origins. Field dependence and field independence. In *Psychological issues* (Issue 51). International University Press.
- Witkin, Herman A, Oltman, P. K., Raskin, E., & Karp, S. A. (1971). *Embedded figures test, children's embedded figures test, group embedded figures test: Manual*. Consulting Psychologists Press.

Το μοντέλο Ιδέες - Κόσμος - Τεκμήρια ως εργαλείο σχεδιασμού μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για την Οικολογία

Χριστίνα Ντινολάζου, Υποψήφια διδάκτορας, Π.Τ.Ν., Π.Δ.Μ.

Πηνελόπη Παπαδοπούλου, Π.Τ.Ν., Π.Δ.Μ.

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα στοχεύει να διερευνήσει αν το θεωρητικό πλαίσιο Ιδέες-Κόσμος-Τεκμήρια (ΙΚΤ) είναι κατάλληλο ως εργαλείο σχεδιασμού αποτελεσματικών Διδακτικών Μαθησιακών Ακολουθιών (ΔΜΑ) για βασικές έννοιες της Οικολογίας. Για το σκοπό αυτό, δυο διαφορετικές εκδοχές μιας ΔΜΑ, που διέφεραν ως προς το αν χρησιμοποιήθηκε ή όχι το μοντέλο για το σχεδιασμό τους, σχεδιάστηκαν, εφαρμόστηκαν σε δυο διαφορετικά τμήματα και αξιολογήθηκαν. Τα αποτελέσματα τους συγκρίθηκαν, με κύριο εργαλείο ένα ερωτηματολόγιο ανίχνευσης εναλλακτικών ιδεών. Η περιγραφική ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι ενισχύθηκε περισσότερο η γνωστική εξέλιξη της ομάδας των μαθητών που συμμετείχαν στη ΔΜΑ της οποίας ο σχεδιασμός στηρίχθηκε στο μοντέλο ΙΚΤ.

Abstract

The present study aims to investigate whether the theoretical framework Ideas-Cosmos-Evidence (ICE) is suitable as a design tool of effective Teaching Learning Sequences (TLS) for basic Ecological concepts. For this purpose two different versions of a TLS, which differed in terms of whether or not the model was used for their design, were designed, implemented in to different groups and evaluated. The results were compared, having as a main tool a questionnaire for detecting the alternative ideas. The descriptive analysis of the results showed that the cognitive development of the group of students who participated in the TLS whose design was based on the ICT model was further enhanced.

Λέξεις κλειδιά: ΔΜΑ, μοντέλο ΙΚΤ, Οικολογία

Key words: TLS, ICE model, Ecology

1. Εισαγωγή

Σε έναν σύνθετο και ταχέως μεταβαλλόμενο κόσμο, η επιστήμη της Οικολογίας είναι μοναδικά εξοπλισμένη ώστε να αντιμετωπίσει τα περίπλοκα περιβαλλοντικά ζητήματα και αναμένεται σήμερα να συμβάλλει ουσιαστικά στην κατανόηση και την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων σε τοπικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο (Lewinsohn et al, 2014). Υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ενίσχυση του «οικολογικού γραμματισμού» στην κοινωνία (Cid and Rouvat, 2013). Γι' αυτό ενθαρρύνεται η ενσωμάτωση του στην τυπική εκπαίδευση από τις πρώτες σχολικές τάξεις (Ju and Kim, 2011) ή στα μαθήματα γενικής Βιολογίας (Long et al, 2014).

Προκειμένου να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας στην θεματική περιοχή της Οικολογίας έχουν γίνει ενδιαφέρουσες προτάσεις, τόσο σε σχέση με το περιεχόμενο (Knap και D'Avanzo, 2010) όσο και σε ότι αφορά την πρακτική αντιμετώπιση των προκλήσεων της διδασκαλίας, όπως: (1) Ο προσδιορισμός και η διατύπωση ενός συνόλου Οικολογικών αρχών (Hoskinson et al, 2014), (2) ο ορισμός μαθησιακών στόχων με σαφήνεια (Burrow, 2018), (3) η ανάπτυξη πολλαπλών τρόπων αξιολόγησης της κατανόησης από τους μαθητές, (4) η επιλογή μαθησιακών δραστηριοτήτων που να ενεργοποιούν την

4^ο ΣΝΕ – Τευχίδιο Εργασιών: Ομάδα Γ

ισότιμη συμμετοχή των μαθητών στις ομάδες εργασίας (Burrow, 2018), (5) η χρήση μοντέλων και ο σχεδιασμός διαδραστικής τάξης (Knap και D' Avanzo, 2010).

Σύμφωνα με την πρόταση του Τσελφέ (2003), η επιλογή των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων κατά το σχεδιασμό μιας ΔΜΑ μπορεί να κατευθυνθεί από το μοντέλο ΙΚΤ που βασίζεται στην ταξινόμηση των εργαστηριακών οντοτήτων του Hacking (1992). Σύμφωνα με αυτή την ταξινόμηση, οι δραστηριότητες των εργαστηριακών επιστημών χαρακτηρίζονται από μια σχεδόν αυτόνομη «εσωτερική ζωή» στην οποία διακρίνονται τρεις επιμέρους οντότητες - Ιδέες, Κόσμος και Τεκμήρια - που βρίσκονται σε συνεχή αλληλεπίδραση και υπόκεινται σε διαρκή μετασχηματισμό ως αποτέλεσμα αυτής της αλληλεπίδρασης. Στις Ιδέες περιλαμβάνονται θεωρητικές έννοιες και μοντέλα, θεωρίες και πεποιθήσεις, στην κατηγορία Κόσμος εντάσσονται οι υλικές οντότητες όπως το δείγμα, οι συσκευές συλλογής δεδομένων και τα ακατέργαστα δεδομένα, ενώ ως Τεκμήρια αναφέρονται τα δεδομένα όλων των τύπων που έχουν υποστεί οποιασδήποτε μορφής επεξεργασία. Το μοντέλο ΙΚΤ, προτείνει δραστηριότητες που θα εξασφαλίσουν τη σύνδεση όλων των παραπάνω οντοτήτων με όλους τους συνδυασμούς. Στην παρούσα έρευνα αναζητήθηκε η συσχέτιση της αποτελεσματικότητας μιας ΔΜΑ, με τον αριθμό των συνδέσεων μεταξύ των επιμέρους οντοτήτων που δημιουργούνται κατά την εκτέλεση των δραστηριοτήτων της.

2. Μεθοδολογία

Η ΔΜΑ

Αρχικά, σχεδιάστηκε μια ΔΜΑ 5 διδακτικών σεναρίων για βασικές έννοιες Οικολογίας (ΔΜΑ 1). Κάθε διδακτικό σενάριο, σχεδιάστηκε έχοντας ως στόχο να συμβάλει στη διαχείριση συγκεκριμένων εναλλακτικών ιδεών των μαθητών σχετικά με έννοιες τις Οικολογίας, με την επιδίωξη οι τελευταίοι να μετακινηθούν πλησιέστερα προς τις επιστημονικές θέσεις. Μια ενδεικτική αντιστοιχία των σεναρίων με τις κεντρικές έννοιες που πραγματεύονται, παρουσιάζεται στον πίνακα 1. Η ΔΜΑ1 εκ των υστέρων αναλύθηκε με βάση το μοντέλο Ι-Κ-Τ. Ακολούθησε τροποποίηση της με προσθήκη επιλεγμένων δραστηριοτήτων, με σκοπό να περιλαμβάνονται σε κάθε σενάριο όλες οι δυνατές συνδέσεις μεταξύ των επιμέρους οντοτήτων, που προβλέπονται από το μοντέλο. Έτσι, προέκυψε τη ΔΜΑ2. Η ΔΜΑ1 και η ΔΜΑ2 εφαρμόστηκαν σε δυο διαφορετικά τμήματα Γ τάξης Γυμνασίου (με 18 μαθητές το καθένα) και τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν μεταξύ τους για να διαπιστωθεί ποιοι μαθητές ωφελήθηκαν γνωστικά περισσότερο. Η υπόθεση που ελέγχεται είναι ότι αν ωφελούνται περισσότερο οι μαθητές που παρακολούθησαν τη ΔΜΑ 2, τότε το μοντέλο Ι-Κ-Τ, όταν χρησιμοποιείται ως εργαλείο σχεδιασμού, αυξάνει την αποτελεσματικότητα των σχεδιαζόμενων ΔΜΑ.

Πίνακας 1: Αντιστοιχία διδακτικών σεναρίων-κεντρικών εννοιών-συνδέσεων

Διδακτικό σενάριο	Κεντρικές έννοιες	Ερωτήσεις ανίχνευσης εναλλακτικών ιδεών	Συνδέσεις	
			ΔΜΑ 1	ΔΜΑ2
1 ^ο	Δομή – χαρακτηριστικά οικοσυστήματος	1, 2	$K \rightarrow T$ $I \leftrightarrow T$	όλες
2 ^ο	Ανάπτυξη – θρέψη φυτών	3, 7	$K \rightarrow T$ $I \leftrightarrow T$	όλες

4^ο ΣΝΕ – Τευχίδιο Εργασιών: Ομάδα Γ

3 ^ο	Ροή ενέργειας – Τροφικές σχέσεις	1, 2, 5, 8	K ↔ T I ↔ K	όλες
4 ^ο	Οικολογική διαδοχή	4, 6, 7	I ↔ T K → I	όλες
5 ^ο	Βιοποικιλότητα	1, 2, 6, 8	K ↔ T I → T K → I	όλες

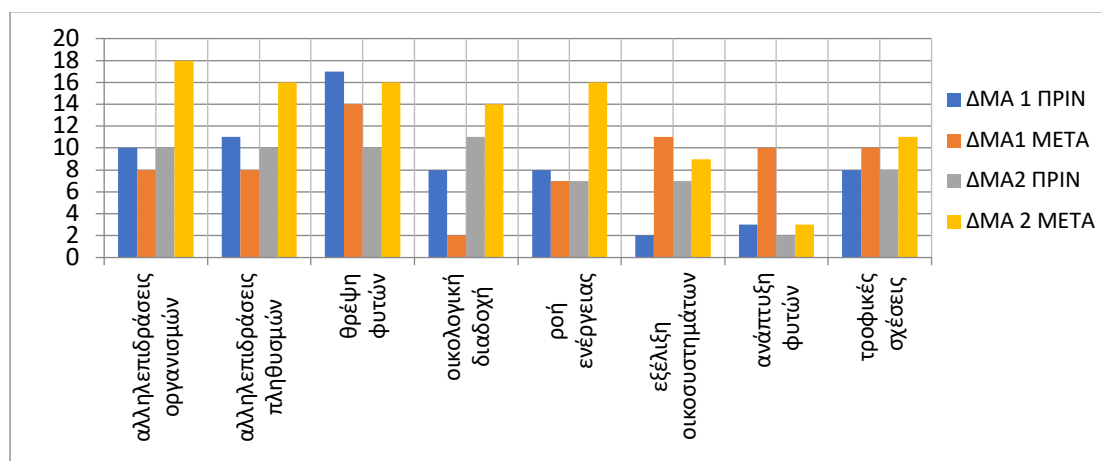
Η αξιολόγηση της ΔΜΑ

Μετά την εφαρμογή της παραπάνω, ίδιας – ως προς το περιεχόμενο – ΔΜΑ στα δυο διαφορετικά τμήματα, ακολούθησε η περιγραφική ανάλυση και σύγκριση των αποτελεσμάτων. Τα δεδομένα αντλήθηκαν κυρίως από ένα ερωτηματολόγιο ανίχνευσης ιδεών, που σχεδιάστηκε για τους σκοπούς της έρευνας και δόθηκε προς συμπλήρωση πριν και μετά τη διδασκαλία. Στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής του ερωτηματολογίου, δίνονταν ως πιθανές απαντήσεις σε κάθε ζητούμενο ευρέως διαδεδομένες εναλλακτικές ιδέες, όπως αυτές προέκυψαν από τη βιβλιογραφική έρευνα. Η ανάλυση εστίασε στο είδος και τον αριθμό των εναλλακτικών ιδεών που φάνηκε να εγκαταλείπονται από τους μαθητές μετά τη διδασκαλία.

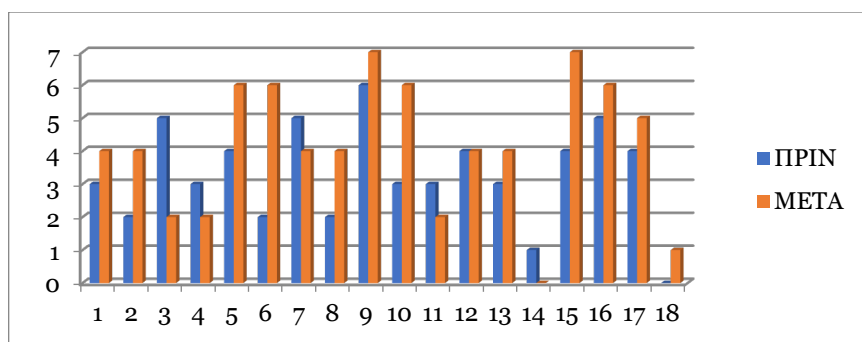
3. Αποτελέσματα

Στο τμήμα εφαρμογής της ΔΜΑ 2 οι σωστές απαντήσεις αυξήθηκαν σε κάθε ερώτηση (Σχήμα 1). Η πιο μεγάλη μεταστροφή προς την επιστημονική άποψη παρατηρήθηκε στις ερωτήσεις που ασχολούνται με τις αλληλεπιδράσεις των πληθυσμών και τις αυξομειώσεις των μεγεθών τους (ερωτ. 1,2), με τη θρέψη των φυτών (ερωτ. 3) και τη ροή ενέργειας (ερωτ. 5). Αντίθετα, στην ομάδα εφαρμογής της ΔΜΑ 1, στις περισσότερες ερωτήσεις μειώθηκε ο αριθμός των σωστών απαντήσεων (Σχήμα 1). Εξάιρεση, η αξιοσημείωτη βελτίωση στις τρεις ερωτήσεις που περιλάμβαναν εναλλακτικές ιδέες για την εξέλιξη των οικοσυστημάτων (ερωτ. 6) και για την ανάπτυξη των φυτών (ερωτ. 7).

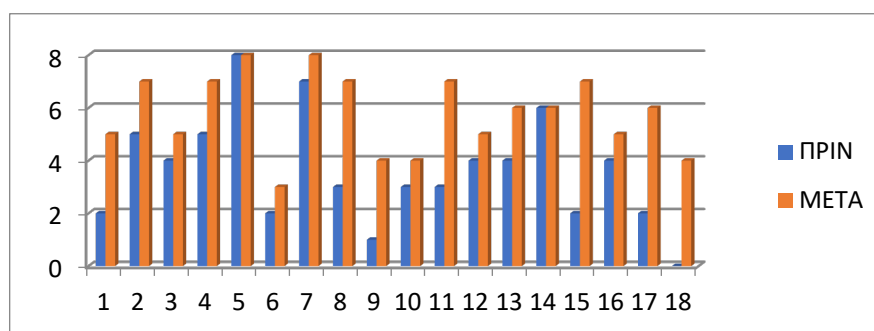
Στο τμήμα εφαρμογής της ΔΜΑ 2, η μεγάλη πλειοψηφία των μαθητών (16/18) αύξησε τον αριθμό των σωστών απαντήσεων (Σχήμα 3). Στο τμήμα εφαρμογής της ΔΜΑ 1, λιγότεροι σε σχέση με το τμήμα εφαρμογής της ΔΜΑ 2, αλλά και πάλι η πλειοψηφία (12/18) αύξησαν το σύνολο των σωστών απαντήσεων τους (Σχήμα 2), ενώ υπήρχε και ένας αριθμός συμμετεχόντων που τον μείωσε (5/18).



Σχήμα 1: Σωστές απαντήσεις ανά ερώτηση πριν και μετά από κάθε ΔΜΑ



Σχήμα 2: Σύνολο σωστών απαντήσεων ανά μαθητή (ΔΜΑ 1)



Σχήμα 3: Σύνολο σωστών απαντήσεων ανά μαθητή (ΔΜΑ 2)

4. Συζήτηση-Συμπεράσματα

Από την περιγραφική ανάλυση των αποτελεσμάτων φαίνεται ότι ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων που βασίζεται στο μοντέλο ΙΚΤ ενισχύει τα αποτελέσματα της μάθησης. Η μετακίνηση των μαθητών πλησιέστερα προς την επιστημονική άποψη για τις περισσότερες έννοιες πραγματοποιήθηκε στο τμήμα εφαρμογής της ΔΜΑ 2. Επίσης, στο ίδιο τμήμα (ΔΜΑ 2) ευνοήθηκε η συνολική κατανόηση για περισσότερους συμμετέχοντες, συγκριτικά με το τμήμα εφαρμογής της ΔΜΑ 1.

Ωστόσο είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη, ότι τα αποτελέσματα της μάθησης δεν επηρεάζονται μόνο από έναν παράγοντα, εν προκειμένω του είδους της ΔΜΑ που εφαρμόστηκε σε κάθε τμήμα. Γι' αυτό είναι αναγκαίο η έρευνα να συνεχιστεί και να εμπλουτιστεί με νέα δεδομένα που θα συνεισφέρουν στην εξαγωγή συμπερασμάτων για την αποτελεσματικότητα του μοντέλου ως εργαλείου σχεδιασμού.

5. Βιβλιογραφία

Τσελφές, Β. (2003). *Μια πρόταση για τη διδασκαλία των Εργαστηριακών Φυσικών Επιστημών στηριγμένη στην κατά Ian Hacking προσέγγιση της «εσωτερικής ζωής» τους*, στο Κ. Σκορδούλης & Λ. Χαλκιά (Επιμ.), *Η συμβολή της Ιστορίας και της Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*, Αθήνα: ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ, 259-271.

4^ο ΣΝΕ – Τευχίδιο Εργασιών: Ομάδα Γ

- Burrow, A. K. (2018). *Teaching introductory ecology with problem based learning*. The Bulletin of the Ecological Society of America, 99 (1), 137-150. <https://doi.org/10.1002/bes2.1364>
- Cid, C.R., and R.V. Pouyat (2013). *Making ecology relevant to decision making: The human-centered, place-based approach*. Frontiers in Ecology and the Environment 11:447-448. <https://doi.org/10.1890/1540-9295-11.8.447>
- Ju, E.J., and J.G. Kim (2011). *Using soil seed banks for ecological education in primary school*. Journal of Biological Education 45:93-101. <https://doi.org/10.1080/00219266.2010.546010>
- Hacking, I. (1992). *The self-vindication of the laboratory sciences*. In: A. Pickering (ed.) Science as Practice and Culture. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Hoskinson, A.-M., Barger, N. N., & Martin, A. P. (2014). *Keys to a Successful Student-Centered Classroom: Three Recommendations*. Bulletin of the Ecological Society of America, 95 (3), 281 - 292. <https://doi.org/10.1890/0012-9623-95.3.281>
- Knapp, A. K., & D'Avanzo, C. (2010). *Teaching with principles: Toward more effective pedagogy in ecology*. Ecosphere, 1 (6), 1-10. <https://doi.org/10.1890/ES10-00013.1>
- Long, T.M., J.T. Dauer, K.M. Kostelnik, J.L. Momsen, S.A. Wyse, E.B. Speth, and D. Ebert-May (2014). *Fostering ecoliteracy through model-based instruction*. Frontiers in Ecology and the Environment 12: 138-139. <https://doi.org/10.1890/1540-9295-12.2.138>

Διερεύνηση των Διασυνδέσεων STEM πεδίων σε διδακτική ενότητα Νανοτεχνολογίας από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς

Χαρά Μπιτσάκη, Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, Π.Τ.Δ.Ε., Πανεπιστήμιο Κρήτης

Δημήτρης Σταύρου, Π.Τ.Δ.Ε., Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Σε μια διεπιστημονική STEM διδασκαλία η αναγνώριση εννοιών και μεθόδων που παρουσιάζουν κοινή ταυτότητα αλλά και διαφορετική δομή στα επιμέρους επιστημονικά πεδία είναι καίριας σημασίας. Στην παρούσα εργασία θα παρουσιαστούν έννοιες/ τεχνουργήματα/ μέθοδοι που αναγνωρίζουν μελλοντικοί εκπαιδευτικοί ως διασυνοριακά αντικείμενα και τα χαρακτηριστικά αυτών σε μια STEM ενότητα Νανοεπιστήμης - Νανοτεχνολογίας που αναπτύχθηκε στα πλαίσια του ERASMUS+ προγράμματος “IDENTITIES”. Στην έρευνα συμμετείχαν δώδεκα μελλοντικοί εκπαιδευτικοί από τέσσερις χώρες (Ελλάδα, Ιταλία, Γαλλία και Ισπανία) με υπόβαθρο στα πεδία των Φυσικών Επιστημών, Μαθηματικών και Επιστήμης Υπολογιστών, οι οποίοι παρακολούθησαν ένα εβδομαδιαίο θερινό σχολείο για τη διεπιστημονική STEM προσέγγιση.

Abstract

In a STEM teaching module, the identification of concepts that have both a common identity and different structure in various disciplines is crucial. In this paper, are presented concepts/ artifacts/ methods that prospective teachers recognize as boundary objects, as well as their characteristics in an integrated STEM module on Nanoscience – Nanotechnology developed as part of the ERASMUS+ project “IDENTITIES”. Twelve prospective teachers from four different countries (Greece, Italy, France and Spain) with a background in Science, Mathematics and Computer Science participated in the research, attending in a week-long summer school concerning interdisciplinary STEM approach.

Λέξεις κλειδιά: διασυνοριακά αντικείμενα, διεπιστημονικότητα, νανοεπιστήμη - νανοτεχνολογία, STEM εκπαίδευση

Key words: boundary objects, interdisciplinarity, nanoscience-nanotechnology, STEM education

1. Εισαγωγή

Μία διεπιστημονική STEM διδασκαλία περιλαμβάνει διασυνδεδεμένες έννοιες, γνώσεις και δεξιότητες από δύο ή περισσότερα επιστημονικά πεδία (Honey et al, 2014; Martín-Páez et al. 2019; Moore et al, 2014) οδηγώντας σε μία πιο ενοποιημένη ή πιο ευρεία οπτική σε σχέση με γνώσεις ή αντιλήψεις που εξετάζονται εντός των «ορίων» των επιστημονικών πεδίων (Czerniak & Johnson, 2014; Honey et al, 2014).

Η αξιοποίηση των διασυνδέσεων μεταξύ των S-T-E-M πεδίων φαίνεται να έχει ιδιαίτερη σημασία τόσο για τους μαθητές όσο και για τους εκπαιδευτικούς (Honey et al, 2014). Αν και δεν υπάρχει σαφής ορισμός της έννοιας διασύνδεση, είναι σημαντικό να αφορά έννοιες με διαφορετική δομή ή εφαρμογή σε διαφορετικά επιστημονικά πεδία, καθώς και έννοιες που αποδίδονται με ενοποιημένο τρόπο σε αυτά (Honey et al, 2014; Leung, 2019). Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται βαθύτερη κατανόηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ περιεχομένου και οπτικών, εξοικείωση με κεντρικές έννοιες που εμφανίζονται στα διάφορα πεδία και υποστήριξη των μαθητών στην πραγματοποίηση συνδέσεων μεταξύ των εννοιών αυτών.

Επομένως, κρίνεται αναγκαία η ανάπτυξη και η εφαρμογή ενότητων που αναδεικνύουν ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των πεδίων, οδηγούν στην αναγνώριση εννοιών που έχουν κοινή ταυτότητα αλλά διαφορετική δομή σε καθένα από αυτά και συνδυάζουν γνώσεις και πρακτικές από διαφορετικά πεδία (Honey et al, 2014; Leung, 2019). Σε ορισμένες περιπτώσεις μάλιστα τέτοιες ενότητες δεν απευθύνονται μόνο σε μαθητές αλλά και σε εν ενεργεία ή μελλοντικούς εκπαιδευτικούς, καθώς βοηθούν στην επαγγελματική τους ανάπτυξη (Honey et al, 2014) και στην εμπλοκή τους σε τομείς όπου έχουν μικρότερη εξοικείωση (Honey et al, 2014; Hobbs, 2012).

Ένα θεωρητικό πλαίσιο κατάλληλο για τον εντοπισμό και την επεξεργασία διασυνδέσεων κρίνεται εκείνο των Akkerman & Bakker για τα διασυνοριακά αντικείμενα (Akkerman & Baker, 2011). Στο παραπάνω θεωρητικό πλαίσιο, ως διασυνοριακά αντικείμενα χαρακτηρίζονται έννοιες/μέθοδοι/τεχνουργήματα που αναλαμβάνουν ρόλο «μεταφραστή» μεταξύ δύο διαφορετικών τομέων που αλληλοεπιδρούν (Akkerman & Baker, 2011). Τα διασυνοριακά αντικείμενα αναδύονται όταν διασυνδέονται διαφορετικοί κόσμοι δίνοντας χαρακτηριστικές πληροφορίες για αυτούς. Χαρακτηριστικά των αντικειμένων αυτών είναι να: α) προσαρμόζονται στα πεδία που αλληλοεπιδρούν, β) διατηρούν μία κοινή ταυτότητα όταν τα πεδία διασυνδέονται, γ) αναδεικνύουν τις διαφορετικές οπτικές μεταξύ τους και δ) έχουν διαφορετική ερμηνεία σε κάθε πεδίο, αλλά η δομή τους είναι αναγνωρίσιμη σε καθένα από αυτά. Έτσι διευκολύνουν τις αλληλεπιδράσεις και τελικά γεφυρώνουν τα πεδία (Star & Griesemer, 1989; Akkerman & Baker, 2011). Με βάση τα παραπάνω χαρακτηριστικά, ένα διασυνοριακό αντικείμενο μπορεί να διασυνδέει τα πεδία και επομένως στην παρούσα εργασία κάθε αναφορά σε διασυνοριακά αντικείμενα αποτελεί αναφορά στις διασυνδέσεις τους.

Σκοπός, επομένως, της παρούσας εργασίας είναι να εντοπιστούν οι έννοιες/μέθοδοι/τεχνουργήματα που αναγνωρίζουν οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί ως διασυνοριακά αντικείμενα καθώς και τα χαρακτηριστικά που εντοπίζουν σε μία ενότητα Νανοεπιστήμης – Νανοτεχνολογίας (NET) και διαμορφώνονται τα εξής δύο ερευνητικά ερωτήματα: α) Ποια διασυνοριακά αντικείμενα σε μία STEM διδασκαλία στο αντικείμενο της NET αναγνωρίζουν μελλοντικοί εκπαιδευτικοί της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης; β) Ποια χαρακτηριστικά των διασυνοριακών αντικειμένων αναγνωρίζουν στην ενότητα αυτή;

2. Μεθοδολογία

Η ενότητα της NET αναπτύχθηκε από το Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Κρήτης στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού προγράμματος ERASMUS+ “IDENTITIES” και βασίστηκε στο Μοντέλο Διδακτικής Αναδόμησης (Duit et al., 2012) και τα θεωρητικά πλαίσια των Klein (2010) για τη διεπιστημονικότητα και Akkerman & Bakker (2011) για τα διασυνοριακά αντικείμενα. Έμφαση δόθηκε στην ανάδειξη ιδιαιτεροτήτων και ασυνχειών μεταξύ των S-T-E-M πεδίων που εμπλέκονται, καθώς και των μορφών διασύνδεσής τους λαμβάνοντας υπόψη επιστημολογικούς, μεθοδολογικούς και γλωσσολογικούς παράγοντες. Η ενότητα σχεδιάστηκε με σκοπό την ανάδειξη συγκεκριμένων διασυνοριακών αντικειμένων όπως α) Βιομημητισμός, β) Ρόλος των μοντέλων και προσομοιώσεων (Develaki, 2020) και γ) Όργανα και οργανολογία (Stevens et al., 2009). Πιο συγκεκριμένα η ενότητα αποτελείται από τέσσερις υποενότητες:

4^ο ΣΝΕ – Τευχίδιο Εργασιών: Ομάδα Γ

- Στην πρώτη υποενότητα οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί καλούνται να εκφράσουν τις απόψεις τους σχετικά με τη διεπιστημονικότητα των S-T-E-M πεδίων που εμπλέκονται σε εφαρμογές της NET.
- Στη δεύτερη υποενότητα παρουσιάζεται εκπαιδευτικό υλικό με διαδραστικές STEM δραστηριότητες σχετικές με τη NET.
- Στην τρίτη υποενότητα εντοπίζουν στις προηγούμενες δραστηριότητες τις διασυνδέσεις που επιτρέπουν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των πεδίων.
- Τέλος, στην τέταρτη υποενότητα το εκπαιδευτικό υλικό αναλύεται από επιστημολογική, μεθοδολογική και γλωσσολογική σκοπιά.

Η ενότητα διάρκειας εννέα διδακτικών ωρών, εφαρμόστηκε σε 12 φοιτητές/μελλοντικούς εκπαιδευτικούς δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από τέσσερις χώρες (Ελλάδα, Ιταλία, Γαλλία και Ισπανία) με υπόβαθρο στα πεδία των Φυσικών Επιστημών, Μαθηματικών και Επιστήμης Υπολογιστών στο πλαίσιο ενός διεθνούς εβδομαδιαίου θερινού σχολείου.

Από την εφαρμογή συλλέχθηκαν δεδομένα όπως, απομαγνητοφωνημένα βίντεο και φύλλα εργασίας που συμπληρώθηκαν από τους συμμετέχοντες στα πλαίσια των δραστηριοτήτων της ενότητας. Η ανάλυση των δεδομένων γίνεται με βάση το θεωρητικό πλαίσιο των Akkerman & Bakker (2011) για τα διασυνοριακά αντικείμενα που περιγράφεται παραπάνω, ενώ βασίζεται σε ποιοτικές μεθόδους ανάλυσης περιεχομένου (Mayring, 2015), λόγω του μικρού αριθμού των συμμετεχόντων αλλά και της διερευνητικής φύσης της έρευνας.

3. Αποτελέσματα

Η παρούσα εργασία βρίσκεται στο στάδιο της ανάλυσης, εκτιμάται όμως ότι ως το χρονικό διάστημα της διεξαγωγής του συνεδρίου η ανάλυση θα έχει ολοκληρωθεί και θα παρουσιαστούν τα τελικά αποτελέσματα. Από τη μέχρι τώρα ανάλυση διαφαίνεται ότι οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί συζητώντας για ένα διασυνοριακό αντικείμενο αναγνωρίζουν την συμβολή του αντικειμένου αυτού στην αλληλεπίδραση μεταξύ των τεσσάρων S-T-E-M πεδίων. Εντοπίζουν στοιχεία της κοινής ταυτότητας των αντικειμένων αυτών στα επιστημονικά πεδία που αλληλοεπιδρούν, αλλά και στοιχεία που εκφράζουν τις ιδιαιτερότητες αυτών των αντικειμένων στα πεδία αυτά. Επιπλέον, εμφανίζονται κάποια στοιχεία που δείχνουν ότι ορισμένα χαρακτηριστικά έχουν διαφορετική ερμηνεία ή προτεραιότητα για μελλοντικούς εκπαιδευτικούς με διαφορετικό υπόβαθρο.

4. Συμπεράσματα

Από τη μέχρι τώρα ανάλυση αρχίζει να διαφαίνεται η αναγκαιότητα να δοθεί μεγαλύτερο βάρος στις έννοιες εκείνες που λειτουργούν βοηθητικά ώστε να διασυνδέονται τα S-T-E-M πεδία. Μέσα από την ανάδειξη διασυνδέσεων, οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί εξοικειώνονται με κεντρικές έννοιες του αντικειμένου της NET, εμβαθύνουν στο περιεχόμενό της και αναγνωρίζουν τη σημασία της συνεργασίας των S-T-E-M πεδίων σε αυτήν. Φαίνεται οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί να καταφέρνουν με τη βοήθεια των διασυνδέσεων να εμβαθύνουν στο περιεχόμενο αντικειμένων σύγχρονης έρευνας, και γενικότερα αντικειμένων στα οποία έχουν χαμηλή εξοικείωση και κατ'

επέκταση να επιτυγχάνεται η επαγγελματική τους ανάπτυξη (Honey et al,2014).

5. Βιβλιογραφία

- Akkerman, S. F., & Bakker, A. (2011). Boundary crossing and boundary objects. *Review of educational research*, 81(2),132-169.
<https://doi.org/10.3102/0034654311404435>
- Czerniak, C. M., & Johnson, C. C. (2014). Interdisciplinary science teaching. In Handbook of Research on Science Education, Volume II (pp. 409-425). Routledge. ISBN: 978-0-203-09726-7
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction—A framework for improving teaching and learning science. In *Science education research and practice in Europe* (pp. 13-37). Brill. ISBN: 9789460919008
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM education*, 3(1), 1-8.
<https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Hobbs, L. (2013). Teaching 'out-of-field' as a boundary-crossing event: Factors shaping teacher identity. *International journal of science and mathematics education*, 11(2), 271-297.
<https://doi.org/10.1007/s10763-012-9333-4>
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research. Washington, DC: National Academies Press. ISBN 978-0-309-29796-7
- Klein, J.T. (2010). A taxonomy of interdisciplinarity. *The Oxford handbook of interdisciplinarity*, 15(6), 15. ISBN 9780198733522
- Leung, A. (2019). Exploring STEM pedagogy in the mathematics classroom: A tool-based experiment lesson on estimation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(7), 1339-1358.
<https://doi.org/10.1007/s10763-018-9924-9>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822.
<https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Mayring, P. (2015). Qualitative content analysis: Theoretical background and procedures. In *Approaches to qualitative research in mathematics education* (pp. 365-380). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9181-6_13
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices* (pp. 35-60). Purdue University Press. ISBN 9781612493572
- Star, S. L., & Griesemer, J. R. (1989). Institutional ecology, translations' and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. *Social studies of science*, 19(3), 387-420.

Σχεδιασμός και ανάπτυξη μεθοδολογίας για την κατασκευή εφαρμογών Προσαρμοστικής Παιχνιδοποίησης στις Φ.Ε.

Αλκίνοος Ιωάννης Ζουρμπάκης, Υποψήφιος διδάκτορας, Π.Τ.Π.Ε., Πανεπιστήμιο Κρήτης
Μιχαήλ Καλογιαννάκης, Π.Τ.Π.Ε., Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η εκπαίδευση στις Φ.Ε είναι απαραίτητη για την απόκτηση επιστημονικού γραμματισμού. Όμως, οι επιστημονικές έννοιες είναι συχνά δυσκολονόητες και μπορεί να οδηγήσουν τους μαθητές στην ανάπτυξη εναλλακτικών αντιλήψεων. Μία ταχείας αναπτυσσόμενη τάση στην ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση είναι η προσαρμοστική παιχνιδοποίηση. Οι τεχνολογικές εφαρμογές που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση θα πρέπει να σχεδιάζονται σε συσχέτιση με το μαθησιακό περιεχόμενο, παιδαγωγικές προσεγγίσεις, στρατηγικές μάθησης και χαρακτηριστικά για την κατασκευή της γνώσης των μαθητών. Αυτή η μελέτη έχει ως σκοπό την ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης που θα βασίζεται συσχετιζόμενες θεωρίες ψυχολογίας και κινήτρων, ενσωματώνοντας προσαρμοστικά κριτήρια, στρατηγικές μάθησης, στοιχεία παιχνιδιού και όλες τις ζωτικές πτυχές της μαθησιακής διαδικασίας που σχετίζονται με την εκπαίδευση στις Φ.Ε.

Abstract

Science education is necessary for the acquisition of scientific literacy. Nonetheless, scientific concepts are often difficult to understand and can lead students to develop alternative concepts. A rapidly growing trend in the integration of new educational technologies is adaptive education. The technological applications utilized in education should be designed in relation to the student content, pedagogical approaches, learning strategies and characteristics for the construction of students' knowledge. This study aims to develop an adaptive pedagogy methodology based on related theories of psychology and motivation, integrating adaptive criteria, learning strategies, game features and all the crucial learning process related to science education.

Λέξεις κλειδιά: Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών, Μεθοδολογία, Προσαρμοστική Παιχνιδοποίηση

Key words: Adaptive Gamification, Methodology, Science education

1. Εισαγωγή

Η εμπλοκή των μαθητών στην τάξη ήταν πάντα πρωταρχικό μέλημα των εκπαιδευτικών (Amado & Roleda, 2020). Δεδομένης της μετασηματιστικής δύναμης και των δυνατοτήτων της τεχνολογίας, τα νέα περιβάλλοντα μάθησης πρέπει να σχεδιαστούν ώστε να εξυπηρετούν τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών. Οι φυσικές επιστήμες (Φ.Ε) είναι απαραίτητες για την καλλιέργεια επιστημονικά εγγράμματων πολιτών με κοινωνική και περιβαλλοντική συνείδηση. Μια τρέχουσα τάση που έχει προσελκύσει την προσοχή τόσο των εκπαιδευτικών όσο και των μαθητών είναι το η παιχνιδοποίηση, δηλαδή «η χρήση λειτουργιών, αισθητικής και μηχανισμών παιχνιδιών σε εφαρμογές που δεν σχετίζονται με παιχνίδια» (Kapp, 2012). Παρόλα αυτά, η μη προσαρμογή των επιμέρους στοιχείων των παιχνιδιών και η χρήση κατάλληλων διδακτικών προσεγγίσεων στις ανάγκες του κάθε μαθητή ξεχωριστά, καθώς και η συχνή παρουσίαση παρόμοιων και επαναλαμβανόμενων στοιχείων των παιχνιδιών, σε βάθος χρόνου, αυξάνουν τα επίπεδα εγκατάλειψης (Hassan et al., 2019). Η προσαρμοστική παιχνιδοποίηση, δηλαδή η προσαρμογή και υιοθέτηση διαφορετικών μηχανισμών παιχνιδιού και χαρακτηριστικών παιχνιδιών με βάση τις ενέργειες,

τις προτιμήσεις και τα χαρακτηριστικά κάθε χρήστη/μαθητή (Codish & Ravid, 2014), βρίσκεται ακόμα στα αρχικά της στάδια. Αν και μερικές πρώιμες μεθοδολογίες μπορούν να βρεθούν στη βιβλιογραφία, λίγα είναι ακόμα γνωστά σχετικά με την προσαρμογή των στοιχείων του παιχνιδιού ποια πρότυπα και κριτήρια προσαρμοστικότητας ταιριάζουν καλύτερα όταν εφαρμόζονται σε ψηφιακά περιβάλλοντα (Klock et al., 2020), ειδικά λαμβάνοντας υπόψη συγκεκριμένα πλαίσια, όπως οι Φ.Ε και οι στρατηγικές μάθησης που εφαρμόζονται σε αυτές (Kalogiannakis et al., 2021).

Τα κίνητρα εμφανίζονται διαφορετικά σε κάθε άνθρωπο. Διαφορετικά στοιχεία αλληλεπιδρούν σε διαφορετικό βαθμό με τον κάθε ένα, και κατά συνέπεια, σε ένα περιβάλλον παιχνιδιοποίησης, οι αλληλεπιδράσεις των μηχανισμών του παιχνιδιού μπορεί να έχουν αρκετά διαφορετικό αντίκτυπο (Botte et al., 2020). Έτσι, η κατανόηση και η ενσωμάτωση μιας συγκεκριμένης θεωρίας κινήτρων είναι θεμελιώδης κατά το σχεδιασμό μιας εφαρμογής παιχνιδιοποίησης. Μία ολιστική και περιεκτική προσέγγιση, η οποία ασχολείται με τα εσωτερικά και τα εξωτερικά κίνητρα, τους δεσμούς μεταξύ τους, αλλά και με την παιχνιδιοποίηση, είναι η θεωρία αυτοδιάθεσης (self-determination theory) (Kalogiannakis et al., 2021). Επίσης, μία τυπολογία χωρισμού των χρηστών, η οποία βασίζεται στη θεωρία αυτοδιάθεσης είναι η κατηγοριοποίηση Hexad (Tondello et al., 2016). Αναπτύχθηκε από τους Tondello et al. (2016) με βάση τους εσωτερικούς και εξωτερικούς παράγοντες κινήτρων και τις αλληλεπιδράσεις τους με το περιβάλλον του παιχνιδιού. Επιπλέον, η χρήση σύγχρονων παιδαγωγικών στρατηγικών μάθησης που σχετίζονται με την εκπαίδευση των Φ.Ε, όπως η διερευνητική μάθηση, έχει τη δυνατότητα να ενισχύσουν τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών (Tsai, 2018). Εξαιτίας, όμως, της διερευνητικής φύσης των Φ.Ε αλλά και της προώθησης ενεργών μαθησιακών πρακτικών, η μάθηση μέσω διερεύνησης και μάθησης μέσω επίλυσης προβλημάτων χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά σε περιβάλλοντα παιχνιδιοποίησης (Kalogiannakis et al., 2021).

Σκοπός της δημιουργίας της παρούσας μεθοδολογίας είναι η κατασκευή περιβαλλόντων προσαρμοστικής παιχνιδιοποίησης που περιλαμβάνει στοιχεία και μηχανισμούς παιχνιδιού που βασίζονται σε μια θεωρία κινήτρων, παιδαγωγικές στρατηγικές μάθησης και μηχανισμών παιχνιδιών άμεσα συνδεδεμένες με τις Φ.Ε (Kalogiannakis et al., 2021) και σχετικά γνωστές στους εν ενεργεία και μελλοντικούς εκπαιδευτικούς προκειμένου να μπορούν να εκπαιδευτούν και να ενσωματώσουν τα περιβάλλοντα αυτά στη διδασκαλία.

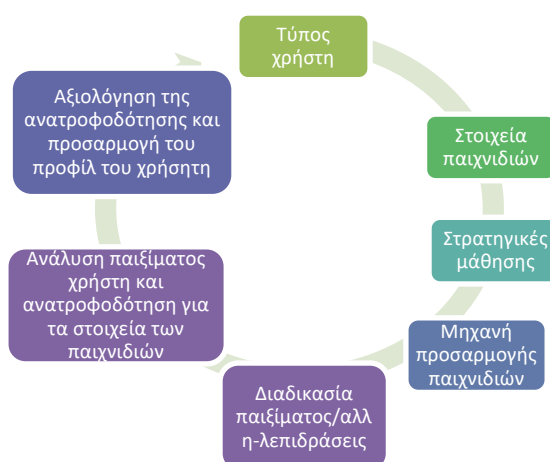
2. Μεθοδολογία

Η προσέγγιση που προτείνουμε σχετικά με το σχεδιασμό βασίζεται σε δύο παράγοντες. Ο πρώτος παράγοντας είναι το μοντέλο του παίκτη. Ταξινομούμε τις προτιμήσεις των μαθητών για τον τρόπο παιχνιδιού και τα στοιχεία παιχνιδιού σε έξι κατηγορίες με βάση το μοντέλο Hexad.

Ο δεύτερος παράγοντας αφορά τις στρατηγικές μάθησης. Οι στρατηγικές μάθησης επηρεάζουν τους στόχους, τους σκοπούς, τη διαδρομή και τα στάδια της μάθησης. Συνεπώς, επειδή η εναλλαγή στρατηγικών μάθησης μπορεί να επιβαρύνει ιδιαίτερα τη διαδικασία προσαρμογής αλλά και εξαιτίας της φύσης της διδασκαλίας των Φ.Ε, προτιμήθηκαν μόνο δύο στρατηγικές μάθησης. Επίσης, αυτές οι στρατηγικές έχουν πολλές κοινές πτυχές κάτι που ευνοεί στην μείωση του φόρτου εργασίας που απαιτείται και την εξοικείωση των μαθητών και με τις δύο στρατηγικές μάθησης εφόσον υπάρχει ανάγκη προσαρμογής.

Η προτεινόμενη προσέγγιση βασίζεται σε δύο διαδικασίες προσαρμογής. Στην προσαρμογή των στοιχείων του παιχνιδιού και της μαθησιακής

διαδικασίας. Σχετικά με τη προσαρμογή των στοιχείων του παιχνιδιού, υπάρχουν τρία βασικά σημεία: η ανατροφοδότηση του χρήστη, η δημιουργία προφίλ και η προσαρμογή. Σε πρώτη φάση, στην αρχή της εφαρμογής, ο χρήστης απαντά σε ένα ερωτηματολόγιο, με βάση το μοντέλο Hexad, για να δημιουργήσει το προφίλ του παίκτη. Στη συνέχεια, το σύστημα επιλέγει τα στοιχεία παιχνιδιού και τα εφαρμόζει στο περιβάλλον σύμφωνα με το προφίλ του παίκτη. Κατά τη διάρκεια του μαθήματος, το προφίλ του παίκτη ενημερώνεται. Αυτό γίνεται με τη χρήση προσεκτικά κατάλληλων σχεδιασμένων διαλόγων εντός της εφαρμογής προκειμένου να μετρηθεί η γνώμη του χρήστη σχετικά με τα στοιχεία παιχνιδιών. Στο τέλος της διδασκαλίας, τίθενται ερωτήσεις στον χρήστη, με βάση του ενημερωμένου προφίλ του, σχετικά με την προσαρμογή στοιχείων παιχνιδιού και επιλέγει ένα στοιχείο παιχνιδιού από την δεύτερη και τρίτη κατηγορία παίκτη, σύμφωνα με την κατάταξη, τα οποία θα συμπεριληφθούν. Παρακάτω παρουσιάζεται η βασική αρχιτεκτονική της προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης που προτείνουμε.



Εικόνα 1. Η αρχιτεκτονική του περιβάλλοντος προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης

3. Αποτελέσματα

Η έρευνά μας βρίσκεται ακόμα στο στάδιο της επεξεργασίας και δεν υπάρχουν αποτελέσματα. Είμαστε στο τελευταίο στάδιο της δημιουργίας του λογισμικού που κατασκευάζουμε με βάση το προτεινόμενο μοντέλο για μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Ιδιαίτερη προσοχή έχει δοθεί στην φιλικότητα του περιβάλλοντος και στην αποφυγή σφαλμάτων εντός της εφαρμογής.

4. Συμπεράσματα

Η παραπάνω προσέγγιση αναφέρεται σε διάφορες έννοιες που περιλαμβάνονται και συνδέονται μεταξύ τους σχετικά με την παιχνιδοποίηση και τις Φ.Ε. Συγκεκριμένα, η μεθοδολογία μας προέρχεται από ένα συγκεκριμένο ψυχολογικό θεωρητικό μοντέλο που βασίζεται σε πτυχές των κινήτρων των ατόμων, τη «καρδιά» της παιχνιδοποίησης. Στη συνέχεια, σύμφωνα με μία συγκεκριμένη θεωρία κινήτρων επιλέγονται τα στοιχεία των παιχνιδιών και οι κατηγορίες των χρηστών. Ακόμα, λαμβάνοντας υπόψη τη διδασκαλία Φ.Ε, επιλέχθηκαν συσχετιζόμενες στρατηγικές μάθησης. Αυτό το μοντέλο στοχεύει να βοηθήσει τόσο τους εκπαιδευτικούς όσο και τους προγραμματιστές λογισμικού καθιερώνοντας μια κατευθυντήρια γραμμή για τον συστηματικό σχεδιασμό ενός εκπαιδευτικού περιβάλλοντος προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης για τη διδασκαλία Φ.Ε και να βοηθήσει τους

εκπαιδευτικούς να ενσωματώσουν αυτό το προσαρμοστικό περιβάλλον στις τάξεις τους.

Σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα μας, στο προσεχές διάστημα θα οριστικοποιηθεί μία πρώτη έκδοση του πρωτότυπου περιβάλλοντος προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης σχετικά με τη διδασκαλία εννοιών του κύκλου του νερού. Στη συνέχεια, θα εκπαιδευτούν εκπαιδευτικοί προκειμένου να μπορούν να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή στην διδασκαλία τους στις αρχές του επόμενου έτους.

5. Βιβλιογραφία

- Amado, C. M., & Roleda, L. S. (2019). Student Engagement in a Gamified Physics Course. In *Proceeding of the 2nd International Conference on Future of Education* (Vol. 2, No. 1, pp. 85-95).
- Botte, B., Bakkes, S., & Veltkamp, R. (2020). Motivation in gamification: constructing a correlation between gamification achievements and self-determination theory. In *International Conference on Games and Learning Alliance* (pp. 157-166). Springer, Cham.
- Codish, D., & Ravid, G. (2014). Personality based gamification-Educational gamification for extroverts and introverts. In *Proceedings of the 9th CHAIS Conference for the Study of Innovation and Learning Technologies: Learning in the Technological Era* (Vol. 1, pp. 36-44). Ra'anana: The Open University of Israel.
- Hassan, M. A., Habiba, U., Majeed, F., & Shoab, M. (2019). Adaptive gamification in e-learning based on students' learning styles. *Interactive Learning Environments*, 1-21.
- Kalogiannakis, M., Papadakis, S., & Zourmpakis, A. I. (2021). Gamification in science education. A systematic review of the literature. *Education Sciences*, 11(1), 22.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction*. Wiley
- Klock, A. C. T., Gasparini, I., Pimenta, M. S., & Hamari, J. (2020). Tailored gamification: A review of literature. *International Journal of Human-Computer Studies*, 144, 102495 <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102495>.
- Tondello, G. F., Wehbe, R. R., Diamond, L., Busch, M., Marczewski, A., & Nacke, L. E. (2016). The gamification user types hexad scale. In *Proceedings of the 2016 annual symposium on computer-human interaction in play* (pp. 229-243).
- Tsai, F. H. (2018). The development and evaluation of a computer-simulated science inquiry environment using gamified elements. *Journal of Educational Computing Research*, 56(1), 3-22.