

Ένωση για την Εκπαίδευση στις
Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία
(ΕΝΕΦΕΤ)



Τόμος Πρακτικών

3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Νέων Ερευνητών
Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και
Νέων Τεχνολογιών Στην Εκπαίδευση

27-29 Αυγούστου 2020
Διαδικτυακά

Υπό την αιγίδα των Τμημάτων Φυσικής και Χημείας της Σχολής Θετικών Επιστημών του Α.Π.Θ.



Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο
Θεσσαλονίκης
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

**Ένωση για την Εκπαίδευση
στις Φυσικές Επιστήμες &
την Τεχνολογία**



**3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών
Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και
Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση**

Πρακτικά Συνεδρίου

Διαδικτυακά

27 – 29 Αυγούστου 2020



Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο
Θεσσαλονίκης
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Υπό την αιγίδα των Τμημάτων Φυσικής και
Χημείας της Σχολής Θετικών Επιστημών
του Α.Π.Θ.



ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών
Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και
Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Πρακτικά Συνεδρίου

ISSN 2623-3622

ISBN 978-618-85582-0-5

Επιμέλεια έκδοσης:

Αναστάσιος Μολοχίδης, Ιωάννης Λεύκος, Αναστάσιος Ζουπίδης

Τεχνική Υποστήριξη:

Ιωάννης Λεύκος, Νικόλαος Καπελώνης, Κωνσταντίνος Μολοχίδης

2021, Ένωση για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία
Web site: <http://www.enepnet.gr>

Πλήρης βιβλιογραφική αναφορά:

Συγγραφέας, Τίτλος εργασίας (2021) στο Α. Μολοχίδης, Ι. Λεύκος, Α. Ζουπίδης (Επιμ.), *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Νέων Ερευνητών Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, σελ. χχ-ψψ. ISBN: 978-618-85582-0-5. Ημερομηνία πρόσβασης: ηη/μμ/εε.

Συνέδριο με κρίση εργασιών

Όλες οι εργασίες του συνεδρίου κρίθηκαν με τυφλή κρίση από δύο τουλάχιστον κριτές, οι οποίοι/ες ήταν μέλη της επιστημονικής επιτροπής

Οργανωτική Επιτροπή

Αναστάσιος Μολοχίδης, επικ. καθηγητής, Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ

Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης, καθηγητής, Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ

Μιχαήλ Σιγάλας, καθηγητής, Τμήμα Χημείας ΑΠΘ

Αναστάσιος Ζουπιδής, επικ. καθηγητής, ΠΤΔΕ ΔΠΘ

Ιωάννης Λεύκος, ΕΔΙΠ, Τμήμα Εκπ/κής & Κοιν. Πολιτικής, ΠΑΜΑΚ

Αθανάσιος Ταραμόπουλος, Δρ, καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης

Σταύρος Κουκιόγλου, καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης, υποψ. διδ. ΠΤΔΕ ΑΠΘ

Τεχνική Υποστήριξη και Υποστήριξη Ιστοσελίδων

Ιωάννης Λεύκος

Νικόλαος Καπελώνης

Κωνσταντίνος Μολοχίδης

Επιστημονική Επιτροπή

Κυριάκος Αθανασίου, ομότιμος καθηγητής ΕΚΠΑ
Κώστας Γαβριλάκης, επικ. καθηγητής, ΠΤΔΕ Παν. Ιωαννίνων
Αναστάσιος Ζουπιδης, επικ. καθηγητής, ΠΤΔΕ ΔΠΘ
Μαριάννα Καλαϊντζιδάκη, αναπλ. καθηγήτρια, ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης
Μιχαήλ Καλογιαννάκης, αναπλ. καθηγητής, ΠΤΠΕ Παν. Κρήτης
Μαρία Καλλέρη, αφυπ. επικ. καθηγήτρια, Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ
Πέτρος Καριώτογλου, ομότιμος καθηγητής Παν. Δυτ. Μακεδονίας
Ιωάννης Λεύκος, ΕΔΙΠ, Τμήμα Εκπ/κής & Κοιν. Πολιτικής, ΠΑΜΑΚ
Γεώργιος Μαλανδράκης, επικ. καθηγητής, ΠΤΔΕ ΑΠΘ
Ευαγγελία Μαυρικάκη, αναπλ. καθηγήτρια, ΠΤΔΕ ΕΚΠΑ
Έμιλυ Μιχαηλίδη, Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια, ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης
Αθανάσιος Μόγιας, επικ. καθηγητής, ΠΤΔΕ ΔΠΘ
Αναστάσιος Μολοχίδης, επικ. καθηγητής, Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ
Γεώργιος Παπαγεωργίου, καθηγητής, ΠΤΔΕ ΔΠΘ
Πηνελόπη Παπαδοπούλου, αναπλ. καθηγήτρια, ΠΤΝ Παν. Δυτ. Μακεδονίας
Φανή Σέρογλου, αναπλ. καθηγήτρια, ΠΤΔΕ ΑΠΘ
Μιχαήλ Σιγάλας, καθηγητής, Τμήμα Χημείας ΑΠΘ
Κωνσταντίνος Σκορδούλης, καθηγητής, ΠΤΔΕ ΕΚΠΑ
Μιχάλης Σκουμιάς, αναπλ. καθηγητής, ΠΤΔΕ Παν. Αιγαίου
Άννα Σπύρτου, καθηγήτρια, ΠΤΔΕ Παν. Δυτ. Μακεδονίας
Δημήτριος Σταμοβλάσης, αναπλ. καθηγητής, Τμήμα Φιλοσ. & Παιδαγ. ΑΠΘ
Δημήτριος Σταύρου, καθηγητής, ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης
Αθανάσιος Ταραμόπουλος Δρ, καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης
Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης, καθηγητής, Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ
Δημήτρης Ψύλλος, αφυπ. καθηγητής, ΠΤΔΕ ΑΠΘ

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	7
Συμμετέχοντες Νέοι Ερευνητές και Μέντορες.....	11
Αναλυτικό Πρόγραμμα Διαδικτυακού Συνεδρίου.....	13
Α' Μέρος: Εργασίες Υποψήφιων Διδακτόρων	
Ανάπτυξη δεξιοτήτων μαθητών Ε' δημοτικού να εντοπίζουν συστατικά γραπτών επιχειρημάτων – Μια διδακτική παρέμβαση	
Αναστασία Αγγελούδη & Γεώργιος Παπαγεωργίου.....	17
Σχεδιασμός Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για την εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών, στην παραγωγή πράσινης ενέργειας	
Πασχαλία Δάρατζη & Άννα Σπύρτου	23
Σχεδιάζοντας την επίτευξη του νανο-γραμματισμού των μικρών παιδιών μέσα από την αξιοποίηση των δυνατοτήτων των νέων τεχνολογιών	
Πανδώρα Δορούκα & Μιχαήλ Καλογιαννάκης	27
Διδασκαλία και μάθηση του περιεχομένου της νανοτεχνολογίας: εκπαιδευτικά προγράμματα σε κόμβους έρευνας και καινοτομίας	
Παναγιώτα Ζάχου & Άννα Σπύρτου.....	33
Εκπαίδευση εκπαιδευτικών Προσχολικής και Δημοτικής Εκπαίδευσης στη χρήση προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	
Αλκίνοος Ιωάννης Ζουρμπάκης & Μιχαήλ Καλογιαννάκης	39
Ανάπτυξη διδακτικών ενοτήτων νανοτεχνολογίας με έμφαση στη σχέση επιστήμη – κοινωνία – τεχνολογία από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης	
Αθανασία Κκολάκη, Δημήτρης Σταύρου.....	45
Προσεγγίσεις Εν Ενεργεία Εκπαιδευτικών Β/θμιας Εκπαίδευσης κατά τον Σχεδιασμό & Ανάπτυξη STEM Διδασκαλιών σε Πλαίσιο Κοινότητας Μάθησης	
Αργύρης Νιπυράκης & Δημήτρης Σταύρου.....	51
Οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής στο εκπαιδευτικό υλικό για τις δυνάμεις σε σχολικά εγχειρίδια Φυσικής της Β' Γυμνασίου	
Μαργαρίτα Παπακωνσταντίνου & Μιχαήλ Σκουμιός.....	57
Η αναπλαισίωση του επιστημονικού γραμματισμού από τη φιλοσοφία των φυσικών επιστημών: το παράδειγμα του εκπαιδευτικού μετασχηματισμού της θεωρίας του χάους και της πολυπλοκότητας σε σχολείο δεύτερης ευκαιρίας φυλακών	
Άννα Τζαμπάζη, Φανή Σέρογλου.....	61

Ανίχνευση εννοιών και μοντέλων για τη Γενετική στον λόγο μαθητών και εκπαιδευτικών: αρχικά ευρήματα

Δέσποινα Τσόπογλου - Γκίνα & Πηνελόπη Παπαδοπούλου 67

Έννοιες, αναπαραστάσεις και μοντέλα για τη γενετική και τις βιοτεχνολογικές εφαρμογές στα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια βιολογίας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Ακριβή Χρηστίδου, Αναστασία Στάμου & Πηνελόπη Παπαδοπούλου 73

Η Ομάδα ως Σύστημα Συνεργατικής Μάθησης στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση για την Αειφορία: Μια μελέτη με Ανάλυση Κοινωνικών Δικτύων

Χρήστος Χρυσανθόπουλος & Πηνελόπη Παπαδοπούλου..... 77

Β' Μέρος: Εργασίες Μεταπτυχιακών Φοιτητών

Παραγωγή Οπτικοακουστικού Εκπαιδευτικού Υλικού για την εκπαίδευση στην Αειφορία με θέμα το Οικολογικό Αποτύπωμα της τροφής μας

Μαρία – Ευαγγελία Βαϊτση & Γεώργιος Μαλανδράκης 83

Διερευνητική προσέγγιση και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Μια διδακτική παρέμβαση

Ηλίας Βρυώνης..... 87

Περιβαλλοντική Ηθική και Εκπαίδευση: Ανάπτυξη, Εφαρμογή και Αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για φοιτητές/-τριες, αναφορικά με τις γνώσεις και τις αξίες που σχετίζονται με το Υδατικό Αποτύπωμα

Ευμορφία Γαρυφαλλογιάννη & Γεώργιος Μαλανδράκης 93

Μια πρόταση για την ένταξη του περιεχομένου Νανοεπιστήμης & Νανοτεχνολογίας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, μέσα από απλά πειράματα

Γεώργιος Μπατσιόλας & Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης 97

Διερεύνηση ψυχομετρικών ιδιοτήτων εργαλείου αξιολόγησης -γραφτού τεστ - μέσω της Θεωρίας Απόκρισης Στοιχείου

Αλέξανδρος Προσπαθόπουλος & Δημήτριος Σταμοβλάσης 103

Ευρετήριο Νέων ερευνητών και ερευνητριών.....109

Ευρετήριο Επιβλεπόντων καθηγητών και επιβλεπουσών καθηγητριών 110

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Πλαίσιο του Συνεδρίου

Από τους βασικούς σκοπούς της Ένωσης για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία (ΕΝΕΦΕΤ), επιστημονικού σωματείου μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα, είναι η υποστήριξη νέων ερευνητών και ερευνητριών στις ερευνητικές τους αναζητήσεις, με αντικείμενο τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση και η συζήτηση και η ανταλλαγή απόψεων με έμπειρους ερευνητές και ερευνήτριες. Για την εκπλήρωση αυτού του σκοπού η ΕΝΕΦΕΤ υποστηρίζει και συνδιοργανώνει Πανελλήνια Συνέδρια Νέων Ερευνητών, από το 2017. Πιο συγκεκριμένα, το 2017 διοργανώθηκε το 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών, μαζί με το 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο της ΕΝΕΦΕΤ, στο Ρέθυμνο. Την επόμενη χρονιά διοργανώθηκε το 2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών, στην Αγριά Βόλου. Τα Συνέδρια Νέων Ερευνητών υλοποιούνται εφεξής κάθε επόμενη χρονιά από ένα Πανελλήνιο Συνέδριο της ΕΝΕΦΕΤ και απευθύνονται σε υποψήφιους διδάκτορες και διδακτόρισες αλλά και μεταπτυχιακούς φοιτητές και φοιτήτριες, που βρίσκονται στο στάδιο εκπόνησης της μεταπτυχιακής τους εργασίας.

Όπως γίνεται φανερό από τα παραπάνω, τα **Συνέδρια Νέων Ερευνητών** της ΕΝΕΦΕΤ καθιερώθηκαν ήδη ως θεσμός στην κοινότητα της Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, όταν αναλάβαμε τη διοργάνωση του **3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Νέων Ερευνητών**. Σύμφωνα με τον αρχικό προγραμματισμό, όπως αποτυπώθηκε και στην 1^η ανακοίνωση τον Οκτώβριο του 2019, το 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο θα πραγματοποιούνταν στην περιοχή της Θεσσαλονίκης, από Μ. Δευτέρα έως Μ. Τετάρτη, 13-15 Απριλίου 2020. Δυστυχώς, όμως, η εξέλιξη της πανδημίας του ιού Covid-19 σε παγκόσμιο επίπεδο και τα μέτρα πρόληψης που έλαβε η πολιτεία για την αποφυγή της εξάπλωσης του ιού στη χώρα μας, μας υποχρέωσαν να μεταθέσουμε το Συνέδριο στα τέλη Αυγούστου, του ίδιου έτους, με την προϋπόθεση, να έχει ομολογηθεί η κατάσταση. Επειδή η κατάσταση παρέμεινε κρίσιμη, σε συμφωνία με το Δ.Σ. της ΕΝΕΦΕΤ και για πρώτη φορά στα χρονικά της οργάνωσης Συνεδρίων της, αποφασίστηκε η υλοποίηση του 3^{ου} Συνεδρίου Νέων Ερευνητών να γίνει δικτυακά.

Εξ αρχής ήταν γνωστό σε όλους μας, ότι η στροφή στην από απόσταση διοργάνωση του Συνεδρίου, θα δημιουργούσε ζητήματα και θα άλλαζε τον χαρακτήρα του Συνεδρίου. Για παράδειγμα η διά ζώσης και συνεχής παρουσία των συμμετεχόντων σε έναν περιορισμένο χώρο, δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες για άμεση και προσωπική επικοινωνία μεταξύ των μελών της κοινότητας καθ' όλη τη διάρκεια του Συνεδρίου, κάτι που δεν είναι εύκολο στις δικτυακές τηλεδιασκέψεις.

Ταυτόχρονα όμως, τόσο η Οργανωτική Επιτροπή όσο και το Δ.Σ. της ΕΝΕΦΕΤ, συμφώνησαν ότι το 3^ο Συνέδριο Νέων Ερευνητών θα έπρεπε να υλοποιηθεί, να μην ακυρωθεί. Βασικός λόγος, πέρα από τη συνέχεια στο θεσμό, ήταν ότι οι εργασίες, στα Συνέδρια αυτά, αφορούν έρευνες που βρίσκονται σε εξέλιξη και έχουν ‘ημερομηνία λήξης’. Οι Νέοι Ερευνητές και οι Νέες Ερευνήτριες, που συμμετέχουν σε αυτά, επιδιώκουν μια **άμεση** ανάδραση σχετικά με την έρευνά τους, η οποία προκύπτει μέσα από την συζήτηση και τον δημιουργικό αναστοχασμό των ευρημάτων τους με έμπειρους μέντορες, εκτός της ερευνητικής τους ομάδας. Για τους παραπάνω λόγους αποφασίστηκε η υλοποίηση του 3^{ου} Συνεδρίου έστω και από απόσταση.

Οργανωτικά Στοιχεία

Το 3^ο Συνέδριο τέθηκε, εξ αρχής, **υπό την αιγίδα των Τμημάτων Φυσικής και Χημείας**, της Σχολής Θετικών Επιστημών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Το αυξημένο αρχικό κόστος συμμετοχής, λόγω και της δυσκολίας στην εξεύρεση πόρων, πιστεύουμε ότι απέτρεψε αρκετούς Νέους και Έμπειρους Ερευνητές και Ερευνήτριες να δηλώσουν συμμετοχή στο Συνέδριο. Για τον λόγο αυτό, οι συμμετοχές στο Συνέδριο ήταν σημαντικά λιγότερες από τις συμμετοχές στα προηγούμενα δύο Συνέδρια. Συγκεκριμένα, υποβλήθηκαν 17 εργασίες, 12 από υποψήφιους διδάκτορες και διδακτόρισσες και 5 από μεταπτυχιακούς φοιτητές και φοιτήτριες. Αριθμός, μικρότερος από τον αντίστοιχο αριθμό συμμετοχών των δύο προηγούμενων Συνεδρίων. Οι εργασίες αξιολογήθηκαν με τυφλή κρίση από δύο ανεξάρτητους κριτές και με βάση τις παρατηρήσεις τους οι Νέοι Ερευνητές και Ερευνήτριες κατέθεσαν την τελική εκδοχή της σύννοψης των εργασιών τους.

Δημιουργήθηκαν τρεις ομάδες εργασίας 5 ή 6 ατόμων με παρεμφερή (κατά το δυνατόν) θεματολογία. Ένα θετικό της από απόστασης διεξαγωγής του Συνεδρίου ήταν ότι έδωσε την ευκαιρία σε σημαντικό αριθμό Έμπειρων Ερευνητών και Ερευνητριών να συμμετάσχουν.

Η φύση της από απόστασης διοργάνωσης του Συνεδρίου και ο περιορισμένος αριθμός εργασιών που κατατέθηκαν, έδωσαν τη δυνατότητα στην Ο.Ε., πάντα με τη σύμφωνη γνώμη του Δ.Σ. της ΕΝΕΦΕΤ, να διοργανώσει, πέραν της πρωινής ζώνης, η οποία περιλάμβανε παράλληλες συνεδρίες παρουσίασης και συζήτησης των εργασιών των Νέων Ερευνητών και Ερευνητριών, και μια απογευματινή ζώνη, με κεντρικές ομιλίες. Συγκεκριμένα η απογευματινή ζώνη περιλάμβανε κεντρική συνεδρία, με καλεσμένους ομιλητές, οι οποίοι είναι καταξιωμένοι επιστήμονες στο χώρο της Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Την απογευματινή ζώνη είχαν τη δυνατότητα να παρακολουθήσουν επιπλέον μεταπτυχιακοί φοιτητές και φοιτήτριες των συναφών Προγραμμάτων Μεταπτυχιακών Σπουδών της χώρας. Συνολικά 33 μεταπτυχιακοί φοιτητές και φοιτήτριες, αλλά και υποψήφιοι διδάκτορες και διδακτόρισσες, εκτός των συμμετεχόντων στην πρωινή ζώνη,

παρακολούθησαν τις εργασίες της απογευματινής ζώνης. Με ευθύνη των ομιλητών, προτάθηκε βιβλιογραφία σχετική με τα θέματα που συζητήθηκαν στις κεντρικές συνεδρίες, η οποία αναρτήθηκε σε αποθετήριο και διατέθηκε στους συμμετέχοντες στην απογευματινή ζώνη. Ήταν ένα Σχολείο!

Πιστεύουμε ότι η διοργάνωση κεντρικών συνεδριών, όπως αυτές που έγιναν στο πλαίσιο της απογευματινής ζώνης του Συνεδρίου, είναι μια καλή πρακτική για μελλοντικές συναντήσεις στην κοινότητα της ΕΝΕΦΕΤ. Μπορούμε να κρατήσουμε τις όποιες καλές πρακτικές ‘ανακαλύψαμε’ στα χρόνια της πανδημίας.

Ευχαριστίες

Η επιτυχία του 3ου Συνεδρίου Νέων Ερευνητών της ΕΝΕΦΕΤ οφείλεται κυρίως στους συμμετέχοντες Νέους και Έμπειρους ερευνητές και ερευνήτριες.

Ευχαριστούμε τα μέλη της ΕΝΕΦΕΤ κ.κ. Κυριάκο Αθανασίου, Δημήτρη Σταύρου, Άννα Σπύρτου, Κώστα Σκορδούλη, Εύρη Χατζηκρανιώτη, Δημήτρη Σταμοβλάση και Μιχάλη Σκουμιό που αποδέχτηκαν με προθυμία να παρουσιάσουν και να μοιραστούν ένα μέρος από την πολυετή ερευνητική εμπειρία τους, η οποία πιστεύουμε ότι φάνηκε πολύ χρήσιμη στους Νέους Ερευνητές και τις Νέες Ερευνήτριες.

Ευχαριστούμε τους επιβλέποντες και τις επιβλέπουσες των κατατεθειμένων εργασιών, καθώς επίσης και τους συμμετέχοντες και τις συμμετέχουσες στη διαδικασία της ‘τυφλής’ κρίσης εργασιών, για τη συνεισφορά τους στο Συνέδριο.

Ιδιαίτερα ευχαριστούμε τα μέλη του Διοικητικού Συμβουλίου της ΕΝΕΦΕΤ. Μας στήριξαν με την εμπιστοσύνη τους, ιδιαίτερα στις δύσκολες αποφάσεις που έπρεπε να διαχειριστούμε σε κατάσταση πανδημίας.

Τέλος, ευχαριστούμε θερμά τον Νίκο Καπελώνη, τον Ιωάννη Λεύκο και τον Κωνσταντίνο Μολοχίδη για την ανιδιοτελή συνεισφορά τους στη διαχείριση της πλατφόρμας υποβολής εργασιών καθώς και στην δημιουργία και διαχείριση της ιστοσελίδας του Συνεδρίου: <http://synedrio2020.enephet.gr/newresearchers>.

Εκ μέρους της Οργανωτικής Επιτροπής

Αναστάσιος Μολοχίδης

Συμμετέχοντες Νέοι Ερευνητές και Μέντορες

Ομάδα Α

Νέοι Ερευνητές

Δορούκα Πανδώρα

Ζάχου Παναγιώτα

Κοκολάκη Αθανασία - Αντωνία

Μπατσιόλας Γιώργος*

Νιτυράκης Αργύρης

Μέντορες

Καλογιαννάκης Μιχαήλ

Ζουπίδης Αναστάσιος

Μιχαηλίδη Έμιλυ

Ομάδα Β

Νέοι Ερευνητές

Βαΐτση Μαρία Ευαγγελία*

Βρυώνης Ηλίας*

Γαρυφαλλογιάννη Ευμορφία*

Τσόπογλου - Γκίνα Δέσποινα

Χρησιτίδου Ακριβή

Χρυσανθόπουλος Χρήστος

Μέντορες

Καλαϊτζιδάκη Μαριάννα (29/8)

Μαυρικάκη Ευαγγελία (27/8)

Γαβριλάκης Κώστας (27&28/8)

Μόγιας Αθανάσιος (27-29/8)

Ομάδα Γ

Νέοι Ερευνητές

Αγγελούδη Αναστασία

Δάρατση Πασχαλία

Ζουρμπάκης Αλκίνοος Ιωάννης

Παπακωνσταντίνου Μαργαρίτα

Προσπαθόπουλος Αλέξανδρος*

Τζαμπάζη Άννα

Μέντορες

Παπαγεωργίου Γεώργιος

Σέρογλου Φανή

Λεύκος Ιωάννης

**Μεταπτυχιακοί ερευνητές και
ερευνήτριες*

Αναλυτικό Πρόγραμμα Διαδικτυακού Συνεδρίου

Πέμπτη 27 Αυγούστου

Πρωινή Ζώνη

9.30 – 10.00	Έναρξη εργασιών		
10.00 – 10.30	Γνωριμία των μελών των Ομάδων		
		Ομάδα Α	<i>Ζάχου Παναγιώτα, Μπατσιόλας Γιώργος</i>
10.30 – 12.30	1^η Συνεδρία παρουσιάσεων εργασιών	Ομάδα Β	<i>Χρηστίδου Ακριβή, Τσόπογλου - Γκίνα Δέσποινα</i>
		Ομάδα Γ	<i>Αγγελούδη Αναστασία, Τζαμπάζη Άννα</i>
12.45 – 13.45		Ομάδα Μεντόρων	Αναστοχασμός επί των εργασιών

Απογευματινή Ζώνη

17.00 – 19.00	Συνάντηση εργασίας 1		<i>Χατζηκρανιώτης Ευριπίδης</i>
	Η δομή και η συγγραφή μιας επιστημονικής εργασίας		
19.15 – 20.15	Κεντρική Ομιλία 1		<i>Αθανασίου Κυριάκος</i>
	Για τη διασύνδεση των Φυσικών Επιστημών: Μία προσωπική αναδρομή πάνω στην μετάβαση από τη βασική έρευνα στις Βιολογικές Επιστήμες - στη Διδασκαλία τους και την Περιβαλλοντική Αγωγή Υγείας		
20.15 – 21.00	Συζήτηση κεντρικής ομιλίας		<i>Παπαδοπούλου Πηνελόπη & Μαλανδράκης Γεώργιος</i>

Παρασκευή 28 Αυγούστου

Πρωινή Ζώνη

		Ομάδα Α	<i>Δορούκα Πανδώρα, Κοκολάκη Αθανασία - Αντωνία</i>
10.00 – 12.00	2^η Συνεδρία παρουσιάσεων εργασιών	Ομάδα Β	<i>Χρυσανθόπουλος Χρήστος, Γαρυφαλλογιάννη Ευμορφία</i>
		Ομάδα Γ	<i>Προσπαθόπουλος Αλέξανδρος, Παπακωνσταντίνου Μαργαρίτα</i>
12.15 – 13.15		Ομάδα Μεντόρων	Αναστοχασμός επί των εργασιών

Απογευματινή Ζώνη

17.00 – 19.00	Συνάντηση εργασίας 2	<i>Σταμοβλάσης Δημήτριος</i>
	Μεθοδολογικά Ζητήματα Εκπαιδευτικής Έρευνας και Προβληματισμοί	
19.15 – 20.15	Κεντρική Ομιλία 2	<i>Σταύρου Δημήτριος & Σπύρτου Άννα</i>
	Ανάπτυξη Διδακτικών Μαθησιακών Ακολουθιών και Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών	
20.15 – 21.00	Συζήτηση κεντρικής ομιλίας	<i>Ψύλλος Δημήτρης</i>

Σαββάτο 29 Αυγούστου

Πρωινή Ζώνη

		Ομάδα Α	<i>Νιπυράκης Αργύρης</i>
10.00 – 12.00	3^η Συνεδρία παρουσιάσεων εργασιών	Ομάδα Β	<i>Βαϊτση Μαρία Ευαγγελία, Βρυώνης Ηλίας</i>
		Ομάδα Γ	<i>Δάρατζη Πασχαλία, Ζουρμπάκης Αλκίνοος Ιωάννης</i>
12.15 – 13.15		Ομάδα Μεντόρων	Αναστοχασμός επί των εργασιών

Απογευματινή Ζώνη

17.00 – 18.30	Συνάντηση εργασίας 3	<i>Σκουμιάς Μιχάλης</i>
	Αξιολογώντας τις ικανότητες των μαθητών να συγκροτούν και να κρίνουν επιχειρήματα Φυσικών Επιστημών	
18.45 – 19.45	Κεντρική Ομιλία 3	<i>Σκορδούλης Κωνσταντίνος</i>
	Κριτική εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες (;;;)	
19.45	Κλείσιμο εργασιών	

Α' Μέρος: Εργασίες Υποψήφιων Διδασκόντων

Ανάπτυξη δεξιοτήτων μαθητών Ε' δημοτικού να εντοπίζουν συστατικά γραπτών επιχειρημάτων – Μια διδακτική παρέμβαση

Αναστασία Αγγελούδη¹ & Γεώργιος Παπαγεωργίου²

¹Υποψήφια Διδάκτωρ, ²Καθηγητής,

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα εστιάζει στη συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης, που περιλαμβάνει τη ρητή διδασκαλία της επιχειρηματολογίας στην ανάπτυξη δεξιοτήτων από τους μαθητές να εντοπίζουν τα συστατικά στοιχεία των γραπτών επιχειρημάτων που μελετούν σε σχέση με το φαινόμενο της εξάτμισης. Η συλλογή των δεδομένων έγινε μέσα από ένα γραπτό ερωτηματολόγιο, το οποίο συμπληρώθηκε από 79 μαθητές της Ε' τάξης, πριν και μετά την παρέμβαση. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι οι μαθητές που διδάχτηκαν την επιχειρηματολογία επιδεικνύουν σημαντικά καλύτερη δεξιότητα εντοπισμού των συστατικών στοιχείων ενός επιχειρήματος.

Abstract

This study focuses on the contribution of an intervention, which includes the explicit teaching of argumentation, to the development of students' skills in locating components of written arguments related to the phenomenon of evaporation. Data were collected through a written questionnaire, which was completed pre- and post- intervention by 79 primary students of the 5th grade. Data analysis showed that students who were taught the argumentation demonstrate significantly better skill in locating the components of an argument.

1. Εισαγωγή

Η ανάπτυξη δεξιοτήτων επιχειρηματολογίας από τους μαθητές αναγνωρίζεται ολοένα και περισσότερο ως μέσο επίτευξης των στόχων της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Οι έρευνες που αναφέρονται στη συμβολή συγκεκριμένων διδακτικών παρεμβάσεων στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επιχειρηματολογίας από τους μαθητές στηρίζονται σε δύο διαφορετικές διδακτικές προσεγγίσεις. Η μία διδακτική προσέγγιση αφορά στη ρητή ή απευθείας διδασκαλία της επιχειρηματολογίας (explicit or direct argumentation instruction, teaching how to argue) και η άλλη, στην έμμεση ή υποβοηθούμενη διδασκαλία της επιχειρηματολογίας (indirect or supported argumentation instruction, teaching as argument) (McDonald & McRobbie, 2012; Rapanta, 2019). Στόχος αυτών των ερευνών αποτελεί η αναβάθμιση της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων που παράγουν οι μαθητές. Όμως, δεδομένου ότι η κατανόηση του γραπτού λόγου προηγείται της αποτελεσματικής παραγωγής του, θα πρέπει αρχικά να αξιολογείται η συμβολή αυτών των παρεμβάσεων στην κατανόηση των γραπτών επιχειρημάτων από τους μαθητές. Ωστόσο, σύμφωνα με τη σχετική βιβλιογραφία, ο αριθμός των ερευνών που ασχολήθηκαν με την αξιολόγηση των δεξιοτήτων των μαθητών να κατανοούν γραπτά επιχειρήματα είναι ιδιαίτερα περιορισμένος (Knight et al., 2013).

Η κατανόηση των γραπτών επιχειρημάτων περιλαμβάνει σε πρώτο επίπεδο τον εντοπισμό των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων. Τα κύρια συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος, σύμφωνα με το μοντέλο των McNeill και Krajcik (2012), είναι τέσσερα: ο ισχυρισμός, τα αποδεικτικά στοιχεία, ο συλλογισμός και η αντίκρουση. Ο ισχυρισμός είναι το συμπέρασμα στο οποίο φτάνει κανείς στην προσπάθειά του να πείσει τους άλλους για την αλήθεια του επιχειρήματός του. Τα αποδεικτικά στοιχεία αποτελούν τη βάση του επιχειρήματος και

αποτελούνται από δεδομένα, οδηγώντας στη θεμελίωση του ισχυρισμού. Ο συλλογισμός εξηγεί πώς τα αποδεικτικά στοιχεία στηρίζουν τον ισχυρισμό, μέσω της επίκλησης ενός κανόνα, ενός ορισμού ή κάνοντας χρήση επιστημονικών αρχών ή ιδεών. Η αντίκρουση εξηγεί γιατί ένας εναλλακτικός ισχυρισμός είναι λανθασμένος.

Λαμβάνοντας υπόψη πως ένα μέρος των ερευνών που ασχολούνται με τη ρητή διδασκαλία της επιχειρηματολογίας αφιερώνεται στη διδασκαλία της δομής των επιχειρημάτων και της λειτουργίας των συστατικών τους στοιχείων (π.χ. Nussbaum et al., 2008; Zohar & Nemet, 2002), θεωρείται σημαντικό να μελετηθεί η συμβολή τέτοιων διδακτικών παρεμβάσεων στην ανάπτυξη δεξιοτήτων από τους μαθητές να εντοπίζουν τα συστατικά στοιχεία γραπτών επιχειρημάτων.

2. Μεθοδολογία

2.1. Ερευνητικό Πρόβλημα - Ερευνητικά Ερωτήματα

Κύριο ερευνητικό πρόβλημα αποτέλεσε η μελέτη της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης για την εξάτμιση, που περιλαμβάνει και τη ρητή διδασκαλία της επιχειρηματολογίας. Τα ερευνητικά ερωτήματα που ανέκυψαν είναι δύο:

- Σε ποιο βαθμό μαθητές της Ε' τάξης του δημοτικού έχουν αναπτύξει δεξιότητες να εντοπίζουν τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος;
- Σε ποιο βαθμό μια ρητή διδασκαλία της επιχειρηματολογίας συμβάλλει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων από τους μαθητές να εντοπίζουν τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος;

2.2. Μέθοδος

Ο σχεδιασμός της έρευνας στηρίχθηκε σε ένα οιονεί πειραματικό σχέδιο που περιλάμβανε μια ομάδα ελέγχου και μια πειραματική ομάδα. Η κατανομή μαθητών στις δύο ομάδες δεν έγινε τυχαία, αλλά για τη σύνθεση της κάθε ομάδας επιλέχτηκε ένα τμήμα από κάθε ένα από τα δύο σχολεία που συμμετείχαν στην έρευνα.

2.3. Δείγμα

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 79 μαθητές, δύο δημόσιων δημοτικών σχολείων της Ανατολικής Αττικής. Για τις ανάγκες του οιονεί πειραματικού σχεδιασμού, οι μαθητές, με κριτήριο το τμήμα στο οποίο ανήκαν, σχημάτισαν αντίστοιχα τις δύο ομάδες, την πειραματική (40 μαθητές) και την ομάδα ελέγχου (39 μαθητές).

2.4. Η διδακτική παρέμβαση

Η διδακτική παρέμβαση της παρούσας εργασίας εντάσσεται στο πλαίσιο μιας ευρύτερης έρευνας, η οποία μελετά την επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης έξι διδασκαλιών, που περιλαμβάνει, τόσο τη διδασκαλία της σωματιδιακής θεωρίας όσο και την άμεση διδασκαλία της επιχειρηματολογίας, στις δεξιότητες κατανόησης και παραγωγής επιχειρηματολογίας μαθητών ως προς το φαινόμενο της εξάτμισης. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στο πλαίσιο αυτής της εργασίας μελετάται η συμβολή της διδακτικής παρέμβασης στην ανάπτυξη δεξιοτήτων από τους μαθητές να κατανοούν γραπτά επιχειρήματα και, πιο συγκεκριμένα, να εντοπίζουν τα συστατικά στοιχεία των γραπτών επιχειρημάτων που μελετούν σε σχέση με το φαινόμενο της εξάτμισης. Σχετικά με την περιγραφή της παρέμβασης που αφορά στην άμεση διδασκαλία της επιχειρηματολογίας, πριν την έναρξη των διδασκαλιών, πραγματοποιήθηκε στους μαθητές της πειραματικής ομάδας μία διδασκαλία εξολοκλήρου αφιερωμένη στην

επιχειρηματολογία σύμφωνα με αντίστοιχες διδακτικές παρεμβάσεις άλλων ερευνών (π.χ. Zohar & Nemet, 2002). Σε αυτήν τη διδασκαλία ορίστηκε το επιχείρημα, εξηγήθηκε η δομή του και συζητήθηκαν τα κριτήρια που διαχωρίζουν το καλό από το κακό επιχείρημα. Κατά τη διάρκεια των έξι διδασκαλιών, δόθηκε πολλές φορές η ευκαιρία στους μαθητές της πειραματικής ομάδας να εφαρμόσουν όσα διδάχτηκαν σχετικά με την επιχειρηματολογία.

2.5. Ερευνητικό Εργαλείο

Για τη συλλογή των δεδομένων της έρευνας σχεδιάστηκε με βάση τη σχετική βιβλιογραφία (Knight et al., 2013) ένα γραπτό ερωτηματολόγιο, το οποίο συμπληρώθηκε από τους μαθητές πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση και περιλάμβανε ένα εισαγωγικό κείμενο και τέσσερις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Στο εισαγωγικό κείμενο υπήρχαν, στο πλαίσιο ενός σεναρίου, ένα ερώτημα, ένας πίνακας με δεδομένα και ένα επιχείρημα ως απάντηση στο ερώτημα. Οι ερωτήσεις ζητούσαν από τους μαθητές να εντοπίσουν στο επιχείρημα τα συστατικά στοιχεία που το συνθέτουν μέσα από τη λειτουργική περιγραφή του εκάστοτε συστατικού στοιχείου σε κάθε ερώτηση.

2.6. Τρόπος ανάλυσης των δεδομένων

Οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου αποτέλεσαν τα δεδομένα της έρευνας. Η κάθε απάντηση αξιολογήθηκε με κριτήριο την ορθότητά της ως: σωστή, μερικώς σωστή ή λάθος. Ο χαρακτηρισμός «μερικώς σωστή» απάντηση, αφορά στην περίπτωση που ο μαθητής εντόπισε μόνο τη μία από τις δύο προτάσεις του επιχειρήματος που περιλάμβαναν αποδεικτικά στοιχεία. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε μέσα από πίνακα συχνοτήτων για το 1^ο ερευνητικό ερώτημα και μέσα από τη διενέργεια του μη παραμετρικού ελέγχου Mann-Whitney U, με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5%, για το 2^ο ερευνητικό ερώτημα.

3. Αποτελέσματα

3.1. Εντοπισμός συστατικών στοιχείων σε ένα επιχείρημα

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά εμφάνισης των απαντήσεων των μαθητών σχετικά με τον εντοπισμό των συστατικών στοιχείων σε ένα επιχείρημα πριν τη διδακτική παρέμβαση (1^ο Ερευνητικό Ερώτημα).

Πίνακας 1: Συχνότητες και (%) ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών που αφορούν στον εντοπισμό των συστατικών στοιχείων του επιχειρήματος πριν τη διδακτική παρέμβαση

		Συστατικό Στοιχείο Επιχειρήματος			
		Ισχυρισμός	Αποδεικτικά Στοιχεία	Συλλογισμός	Αντίκρουση
Αξιολόγηση Απάντησης	Σωστή	39 (49,4)	10 (12,7)	19 (24,1)	23 (29,1)
	Μερικώς Σωστή	-	36 (45,6)	-	-
	Λάθος	39 (49,4)	32 (40,5)	57 (72,2)	54 (68,4)
	ΔΑ	1 (1,3)	1 (1,3)	3 (3,8)	2 (2,5)

Με βάση τα δεδομένα του Πίνακα 1, φαίνεται ότι σχεδόν οι μισοί μαθητές μπορούν να εντοπίσουν το συστατικό στοιχείο του ισχυρισμού σε ένα επιχείρημα, ενώ λίγο περισσότεροι από τους μισούς μαθητές εντοπίζουν τουλάχιστον ένα αποδεικτικό στοιχείο (58,6%). Αντίθετα,

ο εντοπισμός των στοιχείων του συλλογισμού και της αντίκρουσης γίνεται από ένα μικρό μέρος των μαθητών του δείγματος (24,1% και 29,1% αντίστοιχα).

3.2. Συμβολή της διδακτικής παρέμβασης στη δεξιότητα εντοπισμού συστατικών στοιχείων

Σε σχέση με το βαθμό επίδρασης της ρητής διδασκαλίας της επιχειρηματολογίας στην ανάπτυξη δεξιοτήτων από τους μαθητές να εντοπίζουν τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος, φαίνεται ότι αυτός είναι σημαντικός (Πίνακας 2). Και ως προς τα τέσσερα συστατικά στοιχεία, ο μέσος όρος κατατάξεων των βαθμολογιών των απαντήσεων των μαθητών που αφορούν στον εντοπισμό τους από τους μαθητές της πειραματικής ομάδας είναι υψηλότερος από τον αντίστοιχο μέσο όρο κατατάξεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου και η διαφορά αυτή βρέθηκε στατιστικά σημαντική και στις τέσσερις περιπτώσεις.

Πίνακας 2: Σύγκριση της δεξιότητας εντοπισμού των συστατικών στοιχείων του επιχειρήματος μεταξύ των μαθητών της ομάδας ελέγχου και της πειραματικής ομάδας

Συστατικό Στοιχείο	Ομάδα	Μ.Ο. κατατάξεων	Σημαντικότητα
Ισχυρισμός	Ελέγχου	35,28	$U(39,40) = 964, Z = 2,24, p = 0,025$
	Πειραματική	44,6	
Αποδεικτικά Στοιχεία	Ελέγχου	29,54	$U(39,40) = 1188, Z = 4,259, p = 0,000$
	Πειραματική	50,2	
Συλλογισμός	Ελέγχου	31,74	$U(39,40) = 1055, Z = 3,433, p = 0,001$
	Πειραματική	46,88	
Αντίκρουση	Ελέγχου	32,24	$U(39,40) = 1036, Z = 3,224, p = 0,001$
	Πειραματική	46,4	

4. Συμπεράσματα

Από την έρευνα φαίνεται ότι η δεξιότητα των μαθητών να εντοπίζουν τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος δεν είναι αναπτυγμένη σε ικανοποιητικό βαθμό. Το εύρημα αυτό, αν αναγνωστεί συνθετικά με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών που καταδεικνύουν τις χαμηλές δεξιότητες των μαθητών στην παραγωγή γραπτών επιχειρημάτων (Songer & Gotwals, 2012), μπορεί να οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι ίσως η δυσκολία των μαθητών να εντοπίζουν τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος, να αποτελεί ένα εμπόδιο στην παραγωγή ποιοτικών επιχειρημάτων. Τέλος, η θετική επίδραση της ρητής διδασκαλίας της επιχειρηματολογίας στην ανάπτυξη δεξιοτήτων εντοπισμού των συστατικών στοιχείων ενός επιχειρήματος από τους μαθητές μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ενθαρρυντικό στοιχείο.

5. Ευχαριστίες



Η ερευνητική εργασία υποστηρίζεται από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «Υποτροφίες ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. Υποψηφίων Διδασκόντων» (Αριθμός Υποτροφίας: 1422).

6. Βιβλιογραφία

Knight, A. M., McNeill, K. L., Corrigan, S., & Barber, J. (2013). Student assessments for reading and writing scientific arguments. In *Annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco*.

- McDonald, C. V., & McRobbie, C. J. (2012). Utilizing argumentation to teach nature of science. In B. Fraser, K. Tobin, C. McRobbie (Eds.) *Second international handbook of science education* (pp. 969-986). Springer, Dordrecht. ISBN 978-1-4020-9041-7. DOI 10.1007/978-1-4020-9041-7
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. S. (2012). *Supporting Grade 5-8 Students in Constructing Explanations in Science: The Claim. Evidence, and Reasoning Framework for Talk and Writing*. Pearson. ISBN 9780137043453
- Nussbaum, E. M., Sinatra, G. M., & Poliquin, A. (2008). Role of epistemic beliefs and scientific argumentation in science learning. *International Journal of Science Education*, 30(15), 1977-1999. <https://doi.org/10.1080/09500690701545919>
- Rapanta, C. (2019). *Argumentation strategies in the classroom*. Malaga: Vernon Press. ISBN: 978-1-62273-313-2
- Songer, N. B., & Gotwals, A. W. (2012). Guiding explanation construction by children at the entry points of learning progressions. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(2), 141-165. <https://doi.org/10.1002/tea.20454>
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62. <https://doi.org/10.1002/tea.10008>

Σχεδιασμός Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για την εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών, στην παραγωγή πράσινης ενέργειας

Πασχαλία Δάρατζη¹ & Άννα Σπύρτου²

¹Υποψήφια Διδάκτορας, ²Καθηγήτρια,

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης - Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Η παρούσα διατριβή αφορά την κατανόηση και διάχυση σύγχρονων τεχνολογιών παραγωγής πράσινης ενέργειας από τους πολίτες. Για το σκοπό αυτό σχεδιάζεται η υλοποίηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς. Η ΔΜΑ θα επικεντρώνεται στην κατανόηση τριών τεχνολογιών αιχμής, τις οποίες οι συμμετέχοντες θα γνωρίσουν μέσα από δραστηριότητες τυπικής και μη τυπικής εκπαίδευσης. Οι δραστηριότητες σχεδιάζεται να γίνουν με βάση την διαθεματική προσέγγιση του STEAM και η έρευνα θα υλοποιηθεί βάσει της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας, ώστε να αποτελέσει οδηγό για την διαπραγμάτευση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων στο πεδίο της πράσινης ενέργειας. Η διατριβή βρίσκεται σε αρχικό στάδιο, όπου έχει κατατεθεί το σχέδιο εργασίας.

Abstract

The present thesis concerns the comprehension and dispersion of modern technologies for the production of green energy by citizens. For this purpose, we plan to implement a Teaching-Learning Sequence (TLS) to student teachers. This TLS will focus on the understanding of three technologies, to which participants will be educated via relevant activities with formal and informal education settings. These activities will be designed in the context of the STEAM educational trend and the research will be conducted in the context of Responsible Research and Innovation that will consist a guide for negotiating socioscientific issues of green energy. This doctoral thesis is in primal stage, that of the submission of the proposal.

1. Εισαγωγή

Η παραγωγή πράσινης ενέργειας αποτελεί ένα σύγχρονο και επίκαιρο θέμα λόγω των εξελίξεων στο χώρο της ενέργειας με την απολιγνιτοποίηση της χώρας. Το γεγονός αυτό προωθεί την παραγωγή πράσινης ενέργειας ως αξιόπιστη λύση για τη Δυτική Μακεδονία που αποτελεί την ενεργειακή περιφέρεια της χώρας. Αναδεικνύεται έτσι η ανάγκη διάχυσης των τεχνολογιών παραγωγής στην κοινωνία της Δυτικής Μακεδονίας. Παράλληλα, διαπιστώνεται από τη βιβλιογραφία ελλιπής εκπαίδευση των εκπαιδευτικών και μαθητών σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Guven & Sulun, 2017).

Με τον όρο «πράσινη ενέργεια» εννοούμε την ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές όπως τον ήλιο, τον αέρα, τη βιομάζα κ.ά. Η συγκεκριμένη εργασία επικεντρώνεται σε τρεις τεχνολογίες αιχμής που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή και βασίζονται σε έναν κύκλο μηδενικού ανθρακικού αποτυπώματος. Ειδικότερα, το εκπεμπόμενο CO₂ από τις καμινάδες των ατμοηλεκτρικών μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ή άλλων βιομηχανικών μονάδων σε συνδυασμό με την ηλιακή ενέργεια, διάφορα θρεπτικά συστατικά και νερό ευνοούν την ανάπτυξη μικροφυκών, που θα αποτελέσουν την πρώτη ύλη για την παραγωγή ανανεώσιμου ή πράσινου ντίζελ. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε μηχανές εσωτερικής καύσης οχημάτων (Τεχνολογία 1), ενώ το υπόλειμμα της βιομάζας που

προκύπτει μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή προϊόντων για τη φαρμακοβιομηχανία ή ως ζωοτροφή (Douvartzides et al., 2019).

Ένα άλλο μέρος του εκπεμπόμενου CO₂ μπορεί να αντιδράσει με H₂ (Τεχνολογία 2), το οποίο έχει παραχθεί από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (βιομάζα), παράγοντας CH₄ (συνθετικό φυσικό αέριο), με μετέπειτα πρακτική εφαρμογή είτε ως καύσιμο για την λειτουργία τηλεθερμάνσεων ή την κίνηση οχημάτων είτε ως καύσιμο το οποίο μπορεί να εισαχθεί σε αγωγούς παροχής φυσικού αερίου (Douvartzides et al., 2019). Η παραγωγή του H₂ θα προέλθει μέσω διαφόρων μεθόδων αναβαθμισμένης εκμετάλλευσης του βιοαερίου, το οποίο παράγεται κατά τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης της υπολειμματικής βιομάζας, όπως αγροτικά απόβλητα, οικιακά απόβλητα κτλ (Τεχνολογία 3). Η επεξεργασία αυτή διασφαλίζει την αειφορία της Τεχνολογίας 2 καθώς το υδρογόνο προέρχεται από ανανεώσιμη πηγή (Ασημακόπουλος κ.α., 2015).

Η ΔΜΑ σχεδιάζεται στις αρχές της διεπιστημονικής προσέγγισης «Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική, Τέχνες και Μαθηματικά» [Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics (STEAM)]. Σύμφωνα με την προσέγγιση αυτή οι διάφορες όψεις του περιεχομένου προσδιορίζονται ενοποιημένα (European Commission, 2015). Βασίζεται στην συνεργασία ανθρώπων που μεταφέρουν γνώσεις και δεξιότητες από διάφορες επιστημονικές περιοχές, γεγονός που βοηθά ιδιαίτερα την ανάπτυξη των δεξιοτήτων της σύγκρισης, της ανταλλαγής και της σύνθεσης γνώσης από διαφορετικά αντικείμενα, ενισχύοντας νέους τρόπους σκέψης για κοινωνικά προβλήματα (Biffle, 2016). Ο διαθεματικός χαρακτήρας της συγκεκριμένης προσέγγισης δίνει τη δυνατότητα στους συμμετέχοντες να κατανοήσουν τη σύνδεση του περιεχομένου με την καθημερινή τους ζωή, τους εφοδιάζει με γνώσεις και δεξιότητες τις οποίες μπορούν να μεταφέρουν για την επίλυση καθημερινών προβλημάτων (Biffle, 2016). Ακόμη, ενισχύει τη δημιουργικότητά τους και αυξάνει το ενδιαφέρον τους προς τις δραστηριότητες. (European Commission, 2015).

Ακόμη η έρευνα γίνεται υπό το πρίσμα της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας. Η εκπαιδευτική αυτή προσέγγιση έχει ως στόχο να διαφανούν οι κοινωνικές προεκτάσεις της έρευνας και της καινοτομίας και ο ρόλος κάθε συμμετέχοντα φορέα μέσα από μια διαφανή και διαδραστική διαδικασία (Blonder et al., 2016). Απαιτεί την εμπλοκή όλων των κοινωνικών φορέων και την άμεση συνεργασία τους με την επιστημονική κοινότητα. Ως εκπαιδευτικό εργαλείο στις ΦΕ στοχεύει στον έλεγχο των αποτελεσμάτων της καινοτομίας από εκπαιδευτικούς και μαθητές. Στη βιβλιογραφία τονίζεται η αποτελεσματικότητα υιοθέτησης της ΥΕΚ όταν αυτή διδάσκεται σε προγράμματα Επαγγελματικής Ανάπτυξης εκπαιδευτικών. Σύμφωνα με αυτή την άποψη το συνεργατικό περιβάλλον με άλλους εκπαιδευτικούς ακόμη και διαφορετικών βαθμίδων και η υποστήριξη από την ερευνητική ομάδα συμβάλλει στην κατανόηση της προσέγγισης από τους συμμετέχοντες (de Voht et al., 2017).

Οι παραπάνω τεχνολογίες και προσεγγίσεις θα συνδεθούν για το σχεδιασμό μιας ΔΜΑ Πράσινης ενέργειας. Η επιστημονική και τεχνολογική γνώση θα μετασχηματιστεί κατάλληλα με βάση τις ανάγκες των συμμετεχόντων, θα σχεδιαστούν δραστηριότητες και υλικό που θα ενθαρρύνουν την εμπλοκή των συμμετεχόντων σε δραστηριότητες που αφορούν τις κοινωνικές ανάγκες και μέσα από την κριτική συζήτηση θα υποστηριχθεί ο διάλογος μεταξύ επιστήμης-τεχνολογίας και κοινωνίας (Chaitidou et al., 2018). Επίσης, η ενσωμάτωση της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας θα βοηθήσει τους συμμετέχοντες να εξοικειωθούν με την επιστημονική-τεχνολογική γνώση και να κατανοήσουν το ρόλο τους και την ευθύνη που απορρέει από αυτόν, ώστε να δημοσιοποιήσουν τις αποκτηθείσες γνώσεις στην κοινωνία.

Η εκπαίδευση των συμμετεχόντων θα γίνει μέσω σύγχρονων εκπαιδευτικών προσεγγίσεων τυπικής και μη τυπικής εκπαίδευσης, όπως η κατασκευή εκπαιδευτικών μοντέλων, η μέθοδος Jigsaw, τα workshops και το Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών. Μέσω των μεθόδων αυτών θα γίνει η εισαγωγή της επιστημονικής-τεχνολογικής γνώσης και η διάχυσή τους στην κοινωνία (Spyrtou et al., 2019).

2. Μεθοδολογία

Η ΔΜΑ αφορά την εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών Παιδαγωγικού Τμήματος με κατεύθυνση τις Φυσικές Επιστήμες. Παρακάτω αναλύονται οι φάσεις που σχεδιάστηκαν για την υλοποίηση της ΔΜΑ.

Α φάση:

Στην πρώτη φάση θα πραγματοποιηθεί καταγραφή της προϋπάρχουσας γνώσης των φοιτητών σχετικά με την παραγωγή πράσινης ενέργειας, μέσω ερωτηματολογίου. Έπειτα θα γίνει η συλλογή και ανάλυση των δεδομένων με βάση τα οποία θα σχεδιαστεί η ΔΜΑ.

Β φάση:

Στη φάση αυτή θα αναπτυχθεί και θα υλοποιηθεί η ΔΜΑ λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της Α' φάσης. Η ΔΜΑ θα έχει ως στόχο την εκμάθηση των τριών συγκεκριμένων τεχνολογιών της πράσινης ενέργειας από τους φοιτητές. Επιπλέον αποσκοπεί οι φοιτητές να αποκτήσουν την ικανότητα να σχεδιάζουν και να υλοποιούν δράσεις μη τυπικής εκπαίδευσης (π.χ. Φεστιβάλ, επισκέψεις πεδίου κ.λπ.) για τη διάχυση των συγκεκριμένων τεχνολογιών.

Γ φάση:

Στην τρίτη φάση οι φοιτητές θα προετοιμαστούν, ώστε να κοινοποιήσουν τις νέες επιστημονικές-τεχνολογικές γνώσεις που απέκτησαν μέσω του προγράμματος. Ως μέλη κοινοτήτων μάθησης θα προετοιμάσουν μια δράση ανοιχτή προς την κοινωνία, το Φεστιβάλ Πράσινης Ενέργειας.

Δ φάση:

Η φάση αυτή αποτελείται από το Φεστιβάλ Πράσινης Ενέργειας. Οι φοιτητές θα παρουσιάσουν το υλικό που παρήγαγαν στην προηγούμενη φάση (π.χ. μοντέλα, εκθέματα, παρουσιάσεις) στο κοινό. Στόχος της δράσης αυτής είναι η ευαισθητοποίηση των μαθητών και των πολιτών προς τις ερευνητικές προτάσεις για την πράσινη ενέργεια.

Η αξιολόγηση του παραπάνω προγράμματος θα γίνεται σε κάθε φάση με διάφορα μέσα. Αναμένεται να πραγματοποιηθεί μέσω ερωτηματολογίων και συνεντεύξεων πριν και μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ, με την τήρηση πρωτοκόλλου παρατήρησης κατά τη διάρκεια της εφαρμογής, με τη συνεχή καταγραφή των δράσεων και μέσα από την κατασκευή εκπαιδευτικού υλικού από τους συμμετέχοντες.

3. Βιβλιογραφία

Ασημακόπουλος, Δ., Αραμπατζής, Γ., Αγγελής-Δημάκης, Α., Καρταλίδης, Α., Τσιλιγκιρίδης Γ. (2015). Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας - Δυναμικό και τεχνολογίες. Θεσσαλονίκη: Σοφία. ISBN 78-960-6706-76-9

Biffle, R. L. (2016). Introduction to STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) - Course design, Organization and Implementation. Thomas College. Retrieved from <https://thomasstorage1.blob.core.windows.net/wp-media/2017/09/RLB3-STEAM-Article-2016-D8-copy.pdf>

Blonder R., Zemler E. & Rosenfeld S. (2016). The story of lead: a context for learning about responsible research and innovation (RRI) in the chemistry classroom, *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 1145-1155. <https://doi.org/10.1039/C6RP00177G>.

Chaitidou M., Spyrtou A., Kariotoglou P., & Dimitriadou C. (2018). Professional Development in Inquiry-oriented Pedagogical Content Knowledge Among Primary School Teachers. *The Journal of Science, Mathematics and Technology Learning*, 25(2), 17-36. <https://doi.org/10.18848/2327-7971/cgp/v25i02/17-36>

- de Vocht, M., Laherto, A. & Parchmann, I. (2017). Exploring Teachers' Concerns About Bringing Responsible Research and Innovation to European Science Classrooms, *Journal of Science Teacher Education*, 28(4), 326-346. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2017.1343602>.
- Douvartzides S.L., Charisiou N.D., Papageridis, K. N., & Goula M.A. (2019). Green Diesel: Biomass Feedstocks, Production Technologies, Catalytic Research, Fuel Properties and Performance in Compression Ignition Internal Combustion Engines. *Energies*, 12(5), 809. <https://doi.org/10.3390/en12050809>
- European Commission (2015). Science Education for Responsible Citizenship. Retrieved from: http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf
- Güven, G. & Sülün, Y. (2017). Pre-service teachers' knowledge and awareness about renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 663-668. DOI:10.1016/J.RSER.2017.05.286
- Spyrtou A., Manou L., Peikos G., Zachou P. (2019). Facilitating Primary Student Teachers' Development of Critical Thinking Through a Nanotechnology Module. In: M. Tsitouridou, J. Diniz, T. Mikropoulos (eds) *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education*. First International Conference, TECH-EDU 2018, 137-152. Springer, Cham. ISBN 978-3-030-20954-4 <https://doi.org/10.1007/978-3-030-20954-4>

Σχεδιάζοντας την επίτευξη του νανο-γραμματισμού των μικρών παιδιών μέσα από την αξιοποίηση των δυνατοτήτων των νέων τεχνολογιών

Πανδώρα Δορούκα¹ & Μιχαήλ Καλογιαννάκης²

¹MSc Εκπαιδευτικός ΠΕ, Υποψήφια Διδάκτορας, ²Αναπληρωτής Καθηγητής
Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η Νανοτεχνολογία είναι ένας διεπιστημονικός τομέας που υπόσχεται να δώσει λύσεις σε παγκόσμιες προκλήσεις. Σκοπός της έρευνας είναι η σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων της διδασκαλίας με τη βοήθεια εφαρμογών για υπολογιστές και ταμπλέτες και της θεματικής διδασκαλίας στο πεδίο της Νανοτεχνολογίας σε μικρά παιδιά. Τρεις ομάδες παιδιών πρώτης σχολικής ηλικίας υποστηρίζονται από μία κατάλληλη διδακτική παρέμβαση. Η ομάδα ελέγχου ακολουθεί την θεματική διδασκαλία που δεν αξιοποιεί την τεχνολογία, η πρώτη πειραματική ομάδα αξιοποιεί εκπαιδευτικό λογισμικό που τρέχει σε υπολογιστές και η δεύτερη πειραματική ομάδα χρησιμοποιεί λογισμικό που στοχεύει σε ταμπλέτες. Πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση όλες οι ομάδες αξιολογούνται με ατομικές ημι-δομημένες συνεντεύξεις.

Abstract

Nanotechnology is an interdisciplinary field that promises to solve global challenges. The purpose of the research is to examine the effectiveness of tablet-based teaching in comparison to desktop alternatives and the established traditional method for young children in the field of Nanotechnology. Three groups of children from the early-primary school stages go through a teaching session. The control group follows the traditional method that does not utilize technology, the first experimental group is allowed computer-based educational software and the second one uses software that targets tablets. Prior and subsequent to the teaching session, all groups are evaluated through individual semi-structured interviews.

1. Εισαγωγή

Αρκετές είναι οι έρευνες που έχουν εξετάσει την αποτελεσματικότητα των ψηφιακών τεχνολογιών στη μαθησιακή διαδικασία (Dorouka et al., 2020a; Gianakopoulos et al., 2018) σε ένα πλαίσιο σύγκρισης με τις ευκαιρίες μάθησης που παρέχουν στα μικρά παιδιά οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας (Aladé et al., 2016; Papadakis et al., 2017). Εξαιτίας των ριζικών αλλαγών που έχουν συντελεστεί σε στοιχεία της μορφής των τεχνολογιών, πολλοί ερευνητές έχουν προχωρήσει σε ονομαστικό διαχωρισμό, κάνοντας λόγο για παλιές ή μη ψηφιακές (για παράδειγμα επιτραπέζιοι υπολογιστές) και νέες ή ψηφιακές τεχνολογίες (για παράδειγμα ταμπλέτες) (Kucirkova, 2018).

Η εκπαιδευτική αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών προσφέρει νέες ευκαιρίες στα παιδιά πρώιμης παιδικής ηλικίας για την αποτελεσματική ενασχόλησή τους με μαθηματικές έννοιες (Clements & Sarama, 2013; Couse & Chen, 2010; Papadakis et al., 2016; Schacter & Jo, 2017). Στην έρευνά τους οι Rogowsky et al. (2018) χρησιμοποίησαν τις ταμπλέτες για να ελέγξουν πώς αυτές επιδρούν στην ανάπτυξη της αριθμητικής ικανότητας παιδιών προσχολικής ηλικίας λόγω της ευκολίας χρήσης τους, σε αντίθεση με τα ποντίκια που χρησιμοποιούμε στους κλασικούς υπολογιστές και τα οποία δημιουργούν προβλήματα συντονισμού χεριών-ματιών. Επίσης, οι Papadakis et al. (2018) διερεύνησαν την επίδραση των νέων και των παραδοσιακών

τεχνολογιών στη διδασκαλία των Μαθηματικών, και διαπίστωσαν τη μοναδικότητα των χαρακτηριστικών των νέων ψηφιακών συσκευών τύπου ταμπλέτας που τις καθιστά αναπτυξιακά καταλληλότερες και μαθησιακά αποτελεσματικότερες για τα μικρά παιδιά σε σχέση με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα αυτών των συσκευών στο πλαίσιο της αξιοποίησής τους από τα μικρά παιδιά είναι τα μοναδικά χαρακτηριστικά τους, όπως το μέγεθος, η φορητότητα και η έλλειψη περιφερειακών συσκευών, που εκτός από αναπτυξιακά κατάλληλες, τις καθιστούν και ιδιαίτερα ελκυστικές για τα μικρά παιδιά (Papadakis et al., 2018).

Όμως, υπάρχουν τομείς γνώσης στους οποίους δεν έχει ακόμη διερευνηθεί ο αντίκτυπος των ψηφιακών τεχνολογιών στα μικρά παιδιά. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι αυτό της Νανο-Επιστήμης και της νανο-Τεχνολογίας (N-ET) (Dorouka et al., 2020b). Η N-ET είναι ένα νέο επιστημονικό πεδίο έρευνας που έχει αναπτυχθεί ραγδαία σε ολόκληρο τον κόσμο τις τελευταίες δύο δεκαετίες (Stavrou et al., 2018; Τζιώλη, 2019; Κρεμμύδα, 2019). Συνδυάζει γνώσεις από τις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, την Μηχανική, την Τέχνη, τα Μαθηματικά κλπ. Είναι ένας σημαντικός τομέας ανάπτυξης, καθώς η ύλη σε αυτή την κλίμακα μεγέθους εμφανίζει ιδιότητες με σπουδαίες δυνατότητες που μπορεί να φέρουν επανάσταση σε διάφορους τομείς όπως η ενέργεια και η ιατρική (Mandrikas et al., 2019).

Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη ότι η N-ET αφορά σε στοιχεία που δεν μπορούν να παρατηρηθούν με γυμνό μάτι, αναμφίβολα η κατανόησή τους από τα μικρά παιδιά απαιτεί κατάλληλους τρόπους διδασκαλίας. Αυτές οι ξεχωριστές πτυχές της N-ET ευθυγραμμίζονται καλά με τις δυνατότητες των έξυπνων κινητών συσκευών, το βασικό χαρακτηριστικό της οποίας είναι η ικανότητά τους να εμφανίζουν διαδραστικές και τρισδιάστατες προσομοιώσεις (Zydney & Warner, 2016). Μέσω της οπτικοποίησης, τα παιδιά μπορούν εύκολα να αντιληφθούν τη σχετική διαφορά διαφορετικών αντικειμένων στο μέγεθος (Swarat et al. 2011). Αλλά ποια είναι τα κατάλληλα εργαλεία για την οπτικοποίηση και την εξερεύνηση του νανο-κόσμου (Dorouka et al., 2020b).

2. Μεθοδολογία

Αξιοποιώντας αναπτυξιακά κατάλληλα ψηφιακά εργαλεία θα επιδιώξουμε να εισάγουμε βασικές έννοιες N-ET σε παιδιά πρώτης σχολικής ηλικίας. Πιο συγκεκριμένα, η έρευνά μας θα εξετάσει και θα συγκρίνει τα αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης με τη χρήση αναπτυξιακά κατάλληλων εκπαιδευτικών εφαρμογών υπό μορφή ψηφιακών παιχνιδιών οι οποίες θα εκτελούνται σε υπολογιστές και σε έξυπνες φορητές συσκευές για την εισαγωγή των μικρών παιδιών σε στοιχεία του νανόκοσμου, τη σύγκριση, ταξινόμηση και σειροθέτηση στοιχείων του μακρόκοσμου, του μικρόκοσμου και του νανόκοσμου, σε σχέση με την θεματική διδασκαλία που δεν αξιοποιεί την τεχνολογία¹. Οι ερευνητικές υποθέσεις διαμορφώνονται ως εξής:

¹Θεματική ή παραδοσιακή διδασκαλία ορίζεται η διδακτική προσέγγιση σύμφωνα με την οποία γίνεται επιδίωξη τα μικρά παιδιά να εμπλακούν με τις έννοιες Νανοτεχνολογίας μέσω της ενασχόλησής τους με δραστηριότητες, οι οποίες υλοποιούνται μέσα σε κλίμα πραγματικής επικοινωνίας μεταξύ των μελών του σχολείου (Παπαδάκης, 2015). Η ανάπτυξη της σχετικής με την Νανοτεχνολογία συζήτησης μέσα στην τάξη, η επιλογή των κατάλληλων δραστηριοτήτων και η επιλογή του εκπαιδευτικού υλικού είναι σύμφωνη με το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (ΔΕΠΠΣ)(ΥΠΕΠΘ, 2003) και με τον «Οδηγό Νηπιαγωγού» (Δαφέρμου κ.ά., 2006).

1^η ερευνητική υπόθεση:

Οι ψηφιακές τεχνολογίες είναι καταλληλότερες αναπτυξιακά σε σχέση με τις πιο παραδοσιακές τεχνολογίες για να εισαχθούν τα παιδιά πρώτης σχολικής ηλικίας στη Ν-ΕΤ.

2^η ερευνητική υπόθεση:

- 2.1. Οι επιδόσεις των δύο πειραματικών ομάδων θα διαφέρουν σημαντικά μετά την παρέμβαση, ανάλογα με την τεχνική διδασκαλίας ακόμα και μετά τον έλεγχο της ηλικίας των παιδιών.
- 2.2. Οι επιδόσεις των δύο πειραματικών ομάδων θα διαφέρουν σημαντικά μετά την παρέμβαση, ανάλογα με την τεχνική διδασκαλίας ακόμα και μετά τον έλεγχο του φύλου των παιδιών.
- 2.3. Οι επιδόσεις των δύο πειραματικών ομάδων θα διαφέρουν σημαντικά μετά την παρέμβαση, ανάλογα με την τεχνική διδασκαλίας ακόμα και μετά τον έλεγχο του επιπέδου της γλωσσικής ικανότητας των παιδιών.
- 2.4. Οι επιδόσεις των δύο πειραματικών ομάδων θα διαφέρουν σημαντικά μετά την παρέμβαση, ανάλογα με την τεχνική διδασκαλίας ακόμα και μετά τον έλεγχο του επιπέδου της μαθηματικής ικανότητας των παιδιών.

Για την διερεύνηση των ερευνητικών υποθέσεων θα πραγματοποιηθεί μια διδακτική παρέμβαση. Ειδικότερα, θα δημιουργηθούν τρεις ισοδύναμες ομάδες οι οποίες θα προσεγγίσουν θεμελιώδη στοιχεία της Ν-ΕΤ. Η ομάδα με την θεματική διδασκαλία που δεν αξιοποιεί την τεχνολογία (ομάδα ελέγχου) και οι άλλες δύο, δηλαδή η πρώτη πειραματική ομάδα με την χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού μέσω υπολογιστή και η δεύτερη πειραματική ομάδα με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού για έξυπνες φορητές συσκευές (ταμπλέτες). Πριν και μετά το τέλος των διδακτικών παρεμβάσεων, θα εξεταστούν και οι τρεις ομάδες προκειμένου να διαπιστωθεί αν υπάρχουν διαφορές ως προς το επίπεδο «νανογραμματισμού» των παιδιών. Ειδικότερα, η κάθε ομάδα θα περάσει από τρεις φάσεις. Η πρώτη και η τρίτη φάση θα περιλαμβάνουν ατομική ημι-δομημένη συνέντευξη με τις ίδιες ερωτήσεις για κάθε παιδί, ενώ η δεύτερη φάση θα είναι αυτή της διδασκαλίας στοιχείων Ν-ΕΤ. Στο πλαίσιο της συνέντευξης θα δοθεί στα παιδιά ένα κατάλληλα διαμορφωμένο τεστ το οποίο θα μετράει τις γνώσεις τους στη σύγκριση, σειροθέτηση και ταξινόμηση στοιχείων του μακρόκοσμου και του νανόκοσμου (Delgado et al., 2015).

Σε όσες διδασκαλίες απαιτηθεί η χρήση ψηφιακών τεχνολογιών, θα δημιουργήσουμε αναπτυξιακά κατάλληλο για παιδιά πρώτης σχολικής ηλικίας εκπαιδευτικό λογισμικό το οποίο θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από τις παραδοσιακές τεχνολογίες (υπολογιστές), όσο και από τις έξυπνες φορητές συσκευές. Ειδικότερα, το εν λόγω λογισμικό θα πρέπει να έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: (α) να είναι φιλικό στη χρήση, ώστε να μπορούν άνετα να το χειριστούν μικρά παιδιά χωρίς ιδιαίτερη βοήθεια από κάποιον ενήλικα, (β) να είναι κατάλληλο για παιδιά πρώτης σχολικής ηλικίας, και (γ) να συνδυάζει κίνηση και ήχο. Κατ' αυτόν τον τρόπο θα μπορέσουμε να συγκρίνουμε με ακρίβεια τον βαθμό της αποτελεσματικότητας των παλιών και νέων τεχνολογιών στην εκμάθηση στοιχείων Ν-ΕΤ από τα μικρά παιδιά.

3. Αποτελέσματα

Η παρούσα μελέτη, η οποία αποτελεί μέρος διδακτορικής έρευνας για τις ΤΠΕ στην εκπαίδευση και τη μάθηση των μικρών παιδιών, βρίσκεται στο στάδιο σχεδιασμού της διδακτικής παρέμβασης. Ειδικότερα, κατά τον τρέχοντα χρόνο που σηματοδοτεί το δεύτερο έτος της διατριβής θα γίνει άμεσα μια πιλοτική εφαρμογή του εν λόγω σχεδιασμού σε 20 παιδιά πρώτης σχολικής ηλικίας που φοιτούν στο Δημοτικό Σχολείο Νάουσας Πάρου κατά το σχολικό έτος 2020-2021. Στο πλαίσιο της πιλοτικής φάσης της έρευνας θα σταθμιστεί τόσο το κριτήριο αξιολόγησης του νανογραμματισμού των παιδιών το οποίο θα χρησιμοποιηθεί πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, και επιπλέον θα προσαρμοστεί το εργαλείο νανογραμματισμού στις

αναπτυξιακές ανάγκες των παιδιών της υπό μελέτη ηλικίας. Επιπλέον με την επιλογή του δείγματος 150 παιδιών πρώτης σχολικής ηλικίας σχολικών μονάδων που λαμβάνουν χώρα στους νομούς της Κρήτης θα δρομολογηθούν οι διαδικασίες για τις αιτήσεις των απαιτούμενων αδειών για την έρευνα σε δημόσια σχολεία.

4. Συμπεράσματα

Παρόλο που η βιβλιογραφία δεν έχει προτείνει την κινητή μάθηση ως τρόπο προσέγγισης των εννοιών N-ET από μικρά παιδιά, η μελέτη αυτή αναδεικνύει τη σκοπιμότητα της εμπειρικής διερεύνησης του εν λόγω θέματος. Το επόμενο βήμα προς αυτήν την κατεύθυνση είναι η εισαγωγή εννοιών N-ET στην εκπαίδευση των μικρών παιδιών μέσω της χρήσης των κατάλληλα σχεδιασμένων ψηφιακών εργαλείων.

5. Βιβλιογραφία

- Δαφέρμου, Χ., Κουλούρη, Π., & Μπασαγιάννη, Ε. (2006). *Οδηγός Νηπιαγωγού: Εκπαιδευτικοί Σχεδιασμοί- δημιουργικά περιβάλλοντα μάθησης*. Αθήνα: ΟΕΔΒ.
- Κρεμμύδα, Ό (2019). *Εκπαιδευτικές δραστηριότητες για την εξοικείωση παιδιών μικρής ηλικίας με εφαρμογές της Νανοτεχνολογίας για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς* (Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία). Ανακτήθηκε από: <https://dspace.uowm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1480/KREMMYDA%20OLGA%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Παπαδάκης, Στ. (2015). *Η χρήση των ΤΠΕ για τη διδασκαλία των Ρεαλιστικών Μαθηματικών την Προσχολική Εκπαίδευση* (Διδακτορική Διατριβή). Ανακτήθηκε από: <https://elocus.lib.uoc.gr/dlib/e/3/c/metadata-dlib-1455708044-857992-17584.tkl>
- Τζιώλη, Μ. (2019). *Μια αφήγηση για την εξοικείωση των παιδιών της προσχολικής ηλικίας με τον νανόκοσμο: η άποψη των Νηπιαγωγών* (Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία). Ανακτήθηκε από: <http://dspace.uowm.gr/xmlui/handle/123456789/1644>
- ΥΠΕΠΘ (2003). *Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Σπουδών και Προγραμμάτων Σπουδών και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών για το Νηπιαγωγείο*. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (Φ.Ε.Κ. τεύχος Β΄ αρ. φύλλου 304/13 – 03 – 03).
- Aladé, F., Lauricella, A.R., Beaudoin-Ryan, L. & Wartella, E. (2016). Measuring with Murray: touchscreen technology and preschoolers' STEM learning, *Computers in Human Behavior*, 62, 433–441. Doi: 10.1016/j.chb.2016.03.080.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2013). Rethinking early mathematics: What is research-based curriculum for young children? In L. D. English & J. T. Mulligan (Eds.), *Reconceptualizing early mathematics learning*, 121–147. Dordrecht: Springer.
- Couse, L.J. & Chen, D.W. (2010). A tablet computer for young children? Exploring its viability for early childhood education, *Journal of Research on Technology in Education*, 43(1), 75–98. Doi: 15391523.2010.10782562.
- Delgado, C., Stevens, S. Y., Shin, N. & Krajcik, J. (2015). A middle school instructional unit for size and scale contextualized in nanotechnology. *Nanotechnology Reviews*, 4(1), 51–69. Doi: 10.1515/ntrev-2014-0023.
- Dorouka, P., Papadakis, S. & Kalogiannakis, M. (2020a). Tablets and apps for promoting robotics, mathematics, STEM education and literacy in early childhood education, *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 14(2), 255–274. Doi: 10.1504/IJMLO.2020.10026334.

- Dorouka, P., Papadakis, St. & Kalogiannakis, M. (2020b). Nanotechnology and Mobile Learning: Perspectives and Opportunities in Young Children's Education, *International Journal of Technology Enhanced Learning (IJTEL)*, (Forthcoming Article)
<https://www.inderscience.com/info/ingeneral/forthcoming.php?jcode=ijtel>
- Giannakopoulos, G., Tatlas, N.A., Giannakopoulos, V., Floros, A. & Katsoulis, P. (2018). Accessible electronic games for blind children and young people, *British Journal of Educational Technology*, 49(4), 608–619. Doi: 10.1111/bjet.12628.
- Kucirkova, N. (2018). Personalized learning with digital technologies at home and school: where is children's agency? In Oakley, G. (ed.) *Mobile Technologies in Children's Language and Literacy: Innovative Pedagogy in Preschool and Primary Education*, 133–153. Emerald Publishing. Doi: 10.1108/978-1-78714-879-620181009.
- Mandrikas, A., Michailidi, E. & Stavrou, D. (2019). Teaching nanotechnology in primary education. *Research in Science & Technological Education*, 38(4), 377-395.
Doi: 10.1080/02635143.2019.1631783.
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M. & Zaranis, N. (2016). Comparing tablets and PCs in teaching mathematics: an attempt to improve mathematics competence in early childhood education, *Preschool and Primary Education*, 4(2), 241–253. Doi: 10.12681/ppej.8779.
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2017). Designing and creating an educational app rubric for preschool teachers, *Education and Information Technologies*, 22(6), 3147-3165. Doi: 10.1007/s10639-017-9579-0.
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M. & Zaranis, N. (2018). The effectiveness of computer and tablet assisted intervention in early childhood students' understanding of numbers. an empirical study conducted in Greece, *Education and Information Technologies*, 23(5), 1849-1871.
- Rogowsky, B.A., Terwilliger, C.C., Young, C.A. & Kribbs, E.E. (2018). Playful learning with technology: the effect of computer-assisted instruction on literacy and numeracy skills of preschoolers, *International Journal of Play*, 7(1), 60–80. Doi: 10.1080/21594937.2017.1348324.
- Schacter, J. & Jo, B. (2017). Improving preschoolers' mathematics achievement with tablets: a randomized controlled trial, *Mathematics Education Research Journal*, 29(3), 313–327. Doi: 10.1007/s13394-017-0203-9.
- Stavrou, D., Michailidi, E. & Sgouros, G. (2018). Development and dissemination of a teaching learning sequence on nanoscience and nanotechnology in a context of communities of learners, *Chemistry Education Research and Practice*, 19(4), 1065–1080. Doi: 10.1039/c8rp00088c.
- Swarat, S., Light, G., Park, E.J. & Drane, D. (2011). A typology of undergraduate students' conceptions of size and scale: identifying and characterizing conceptual variation, *Journal of Research in Science Teaching*, 48(5), 512–533. Doi: 10.1002/tea.20403.
- Zydney, J. M. & Warner, Z. (2016). Mobile apps for science learning: review of research, *Computers and Education*, 94, 1–17. Doi: 10.1016/j.compedu.2015.11.001.

Διδασκαλία και μάθηση του περιεχομένου της νανοτεχνολογίας: εκπαιδευτικά προγράμματα σε κόμβους έρευνας και καινοτομίας

Παναγιώτα Ζάχου¹ & Άννα Σπύρτου²

Υποψήφια Διδάκτορας¹, Καθηγήτρια²

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης - Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη μελέτη εκπαιδευτικών προγραμμάτων νανοτεχνολογίας, τα οποία αναπτύσσονται μέσα από τη συνεργασία κόμβων έρευνας και καινοτομίας - όπως ερευνητικά κέντρα και ακαδημαϊκά εργαστήρια που μελετούν την εκπαιδευτική έρευνα στο ίδιο περιεχόμενο. Στο εμπειρικό στάδιο πρόκειται να αναπτυχθεί, να εφαρμοστεί και να αξιολογηθεί ένα αντίστοιχο καινοτόμο πρόγραμμα σε ερευνητικό κέντρο της Ελλάδας. Στο συνέδριο θα παρουσιαστεί ένα μέρος των αποτελεσμάτων της βιβλιογραφικής επισκόπησης σχετικά με το περιεχόμενο, τα εκθέματα και τις μεθόδους που αξιοποιούνται στα εν λόγω προγράμματα. Επιπλέον, θα αποτυπωθεί εάν τα προγράμματα που μελετήθηκαν συνάδουν με την απαίτηση για υπεύθυνη έρευνα και καινοτομία.

Abstract

The present study focuses on nanotechnology - related educational programs, being developed through the collaboration of research and innovation nodes - such as research centers and academic laboratories that study educational research regarding the same content. At the empirical stage, a corresponding innovative program will be developed, implemented and evaluated at a research center in Greece. During the conference, a part of the research results of the literature review will be presented, concerning the content, the exhibits and the methods used within the framework of such programs. In addition, it will be shown whether the programs studied are in accordance with any requirement for responsible research and innovation or not.

1. Εισαγωγή

Η νανοτεχνολογία αποτελεί έναν διεπιστημονικό κλάδο που μελετά και αξιοποιεί τις ιδιότητες και τη συμπεριφορά της ύλης σε διαστάσεις της νανοκλίμακας. Σε αυτό το μέγεθος, οι ιδιότητες των υλικών διαφέρουν σημαντικά από αυτές που εκδηλώνονται στη μακροκλίμακα (Jones et al., 2013). Ο κλάδος της νανοτεχνολογίας εξελίσσεται με ταχύ ρυθμό επηρεάζοντας σημαντικά τη σύγχρονη ζωή (Feather & Aznar, 2011). Εύλογα, γίνονται προσπάθειες ένταξης του περιεχομένου της νανοτεχνολογίας στην εκπαίδευση στοχεύοντας στον «νανογραμματισμό» των μαθητών (Laherto, 2011, Spyrtou et al., 2019).

Επιπλέον, η έννοια της υπεύθυνης έρευνας και καινοτομίας (Responsible Research and Innovation – RRI) έχει γίνει ιδιαίτερα διαδεδομένη στον ακαδημαϊκό διάλογο. Η οπτική του RRI προάγει την ευθυγράμμιση της επιστήμης με τις κοινωνικές ανάγκες, την εξέταση δεοντολογικών ζητημάτων και την εφαρμογή συνειδητών διαδικασιών, τόσο από τους ερευνητές όσο και από την κοινωνία, ώστε οι καινοτομίες να διέπονται από υπευθυνότητα και έλεγχο (Coenen, 2016).

Παράλληλα, τα τελευταία χρόνια, καλλιεργείται η νοοτροπία της συνεργασίας μεταξύ φορέων της τυπικής (πανεπιστήμια, σχολεία) και μη τυπικής μάθησης (κέντρα επιστήμης, ινστιτούτα, μουσεία επιστημών) με σκοπό την ενίσχυση των ερευνητικών δράσεων σε δομές εκπαίδευσης και την υποστήριξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων, παρέχοντας, για παράδειγμα, ειδικό εξοπλισμό, τεχνογνωσία, πρόσβαση σε αρχεία και πειράματα κ.ά. (Russel et al., 2013). Στο

πλαίσιο αυτών των συνεργασιών προάγεται επιπλέον, η κατανόηση εκπαιδευτικών θεμάτων, από την πλευρά των ερευνητών, για τον μετασχηματισμό και τη διάχυση της σύγχρονης ερευνητικής γνώσης και καινοτομίας στο μαθητικό κοινό (Selvakumar & Storksdieck, 2013). Τέτοιου είδους συνεργασίες, που αναπτύσσονται μεταξύ σχολείων πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, πανεπιστημίων και οργανισμών μη τυπικής μάθησης που σχετίζονται με τις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) (μουσεία, ερευνητικά κέντρα κ.ά.) (Bevan et al., 2010, Gupta et al., 2010), στο εξής θα αναφέρουμε ως Κόμβους Έρευνας και Καινοτομίας (ΚΕΚ). Η ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων νανοτεχνολογίας, σε ΚΕΚ φαίνεται να αποτελεί μία ενδιαφέρουσα διεθνή πρόκληση, δεδομένης της απουσίας σύνδεσης του περιεχομένου της με το επίσημο αναλυτικό πρόγραμμα. Έρευνες επιβεβαιώνουν ότι μπορεί να αποδώσει πολλαπλά οφέλη στη γνωριμία των εκπαιδευτικών και των μαθητών με τα χαρακτηριστικά, τις δυνατότητες και τις συνέπειες του αναδυόμενου κλάδου της νανοτεχνολογίας (Crone, 2010; Jones et al., 2013; Stavrou et al., 2018).

2. Μεθοδολογία

Σκοπός της ευρύτερης έρευνας, της οποίας μέρος αποτελεί η παρούσα εργασία, είναι ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη, η υλοποίηση και η αξιολόγηση εκπαιδευτικού προγράμματος νανοτεχνολογίας σε ΚΕΚ, υπό το πρίσμα του RRI. Η ενδεικτική πορεία της έρευνας είναι η ακόλουθη:

Α φάση: Περιλαμβάνει εκτενή βιβλιογραφική επισκόπηση που αφορά την εισαγωγή περιεχομένου νανοτεχνολογίας στη μη τυπική εκπαίδευση.

Β φάση: Θα σχεδιαστεί εκπαιδευτικό πρόγραμμα νανοτεχνολογίας με γνώμονα τα παραπάνω ευρήματα.

Γ φάση: Θα γίνει καταγραφή και μελέτη προϋπάρχουσας γνώσης των συμμετεχόντων μέσω ερωτηματολογίου ή/και συνέντευξης (Laherto, 2018).

Δ φάση: Το πρόγραμμα θα υλοποιηθεί σε κόμβους έρευνας και καινοτομίας. Η αξιολόγηση του προγράμματος θα γίνεται σε κάθε φάση με διάφορα μέσα: ερωτηματολόγια, συνεντεύξεις, κλειδές παρατήρησης.

Η αξιολόγηση θα επικεντρωθεί σε συγκεκριμένους άξονες όπως:

- στην αποτελεσματικότητα των εμπειριών που βιώνουν οι μαθητές αναφορικά με την καθοδήγηση, το βαθμό διάδρασης και εξερεύνησης που προσφέρεται (Andre et al., 2017)
- στην αξιολόγηση των εκθεμάτων σε σχέση με τον σκοπό που επιτελούν, την αποτελεσματικότητα των στρατηγικών που αξιοποιούν, την παροχή επιλογών που προσφέρουν στον επισκέπτη αλλά και ως προς τις παρανοήσεις που ενδεχομένως δημιουργούν (Andre et al., 2017; Laherto, 2018).
- στις όψεις του RRI που αναδεικνύονται.

Την περίοδο που διανύουμε, η έρευνα βρίσκεται στα πρώτα της βήματα. Πιο συγκεκριμένα, έχει ολοκληρωθεί ένα μέρος της βιβλιογραφικής επισκόπησης (Α φάση) που αφορά τα εκπαιδευτικά προγράμματα που έχουν λειτουργήσει διεθνώς σε ΚΕΚ για το περιεχόμενο της νανοτεχνολογίας. Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων (Google Scholar, HEAL Link, Scopus) και έγκριτα επιστημονικά περιοδικά (Journal of Nano Education, Journal of Science Education and Technology, Nano Today) με φράσεις κλειδιά όπως: «nanotechnology, nano education, public understanding, communication research, science centers, science museums, exhibition, RRI» και χρονικό εύρος 2004-2020. Τα κριτήρια τα οποία λήφθηκαν υπόψη σε αυτό το στάδιο για την επιλογή των άρθρων είναι:

- 1) το περιεχόμενό τους να αφορά την νανοτεχνολογία ή και κοινωνικές προεκτάσεις της,
- 2) το πρόγραμμα που προτείνεται να είναι προϊόν διεπιστημονικής συνεργασίας στο πλαίσιο ΚΕΚ (όπως καθορίστηκε παραπάνω),
- 3) το πρόγραμμα να έχει εφαρμοστεί σε μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Στη συνέχεια, αντλήθηκαν από κάθε άρθρο στοιχεία που αφορούσαν τους φορείς που συνεργάστηκαν, το περιεχόμενο του προγράμματος που δημιουργήθηκε καθώς και το εάν συμπεριλήφθηκαν σε αυτά ζητήματα RRI.

3. Αποτελέσματα

Ο πίνακας 1 συγκεντρώνει τα οχτώ άρθρα που έχουν ως τώρα μελετηθεί, τους συνεργαζόμενους φορείς (ΚΕΚ), το περιεχόμενο του κάθε προγράμματος καθώς και εάν εμπεριείχε πτυχές του RRI.

Πίνακας 1: Δείγμα δημοσιεύσεων που μελετήθηκαν κατά την Α φάση της έρευνας

Άρθρο	Εκπ. Πρόγραμμα - ΚΕΚ	Περιεχόμενο	RRI
Batt et al., 2004	It's a Nanoworld Nanobiotechnology Center National Science Foundation Technology Center Ithaca New York's Science center	Μελέτη της κατανόησης της νανοκλίμακας αλλά και των παρανοήσεων. Μακροσκοπικά μοντέλα και αναλογίες για την αισθητοποίηση των αντικειμένων της νανοκλίμακας.	-
Murriello et al., 2009	NanoAventura Museu Exploratorio de Ciencias University of Campinas – UNICAMP Βραζιλία	Διαδραστικά βίντεοπαιχνίδια, εικονικές αναπαραστάσεις για την αισθητοποίηση των αντικειμένων της νανοκλίμακας και τη δομή της ύλης.	-
Filipponi & Sutherland, 2010	Nanoyou Interdisciplinary Nanoscience center (iNANO) Aarhus University, Δανία	Εστίασε στη στοιχειώδη κατανόηση της νανοτεχνολογίας και σε ζητήματα δεοντολογίας και νομιμότητας.	✓
Winkelmann et al., 2014	NISENET: Nanoworld disc. center Discovery world museum - Milwaukee University of Wisconsin Madison Materials Research Science & Engineering center Science center in Ithaca NY Ontario Science center in Canada European Union-nanodialogue.org University and laboratorio Nacional de Luz Sincrotron, Sangari institute, Ρίο Ντε Τζανέιρο, Πόρτο Αλέγκρε, Καμπίνας	Ευρύ δίκτυο, πάνω από 100 εκπαιδευτικά προγράμματα, με στόχο την κινητοποίηση του ενδιαφέροντος και της περιέργειας του κοινού σε θέματα νανοκλίμακας. Δημόσια συζήτηση των κοινωνικών και ηθικών προεκτάσεων της νανοτεχνολογίας. Ποικιλία δραστηριοτήτων (θεατρικές παραστάσεις, διαδραστικές εκθέσεις, hands-on δραστηριότητες, πολυμεσικά υλικά κ.ά.).	✓
Schönborn et al., 2016	Swedish Research Council Linköping University Σουηδία	Αλληλεπίδραση με εικονικά νανοαντικείμενα για τη μάθηση στον τομέα της νανοκλίμακας. Τα σενάρια συμπεριλάμβαναν περιπτώσεις που εστίαζαν στους κινδύνους και τα οφέλη του κλάδου.	✓
Saidi & Sigauke, 2017	Sci-Bono Science Center Γιοχάνεσμπουργκ Department of Human Biology Faculty of Humanities University of Cape Town	Διαδραστικά εκθέματα για το μέγεθος, μετρήσεις στην νανοκλίμακα, νανοδομές και προϊόντα.	-

4. Συμπεράσματα

Από την μελέτη που έχει μέχρι στιγμής ολοκληρωθεί διαπιστώνεται η τάση για διεπιστημονική συνεργασία προκειμένου να δημιουργηθούν εκπαιδευτικά προγράμματα νανοτεχνολογίας. Οι περισσότερες συνεργασίες πραγματοποιούνται μεταξύ ακαδημαϊκών φορέων και φορέων της μη τυπικής μάθησης. Αυτό που δε φαίνεται να τονίζεται ιδιαίτερα σε αρκετές έρευνες είναι ο ρόλος των σχολείων και των εκπαιδευτικών στη διαδικασία δημιουργίας και εφαρμογής εκπαιδευτικών προγραμμάτων νανοεπιστήμης σε χώρους μη τυπικής μάθησης. Αυτός ο ρόλος μπορεί να είναι παθητικός - διεκπεραιωτικός (οι εκπαιδευτικοί είναι δέκτες ενός εκπαιδευτικού προγράμματος, συνοδεύουν τους μαθητές τους) ή και ενεργητικός (λειτουργούν ως συνδιαμορφωτές του προγράμματος προς όφελος των μαθησιακών αποτελεσμάτων).

Όσον αφορά το περιεχόμενο, τα θέματα στα οποία φαίνεται να εστιάζουν τα περισσότερα προγράμματα είναι η ενίσχυση των γνώσεων και των αντιλήψεων των επισκεπτών για τη νανοκλίμακα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, επιχειρείται η γνωριμία και ο προβληματισμός του κοινού για τους κινδύνους και τα οφέλη του κλάδου της νανοτεχνολογίας.

Αναφορικά με το είδος των εκθεμάτων εντοπίζεται μεγάλη ποικιλία. Για παράδειγμα, υπάρχουν εκθέσεις που επιλέγουν αλληλεπιδραστικά αναλογικά μοντέλα μακροκλίμακας για την αναπαράσταση του νανόκοσμου, ενώ άλλες χρησιμοποιούν εικονικές αναπαραστάσεις για τον ίδιο σκοπό. Επιπλέον, φαίνεται ότι οι περισσότερες προσεγγίσεις προτείνουν ελκυστικές – παιγνιώδεις δραστηριότητες, στις οποίες ο μαθητής έχει ενεργό ρόλο. Η χρήση της τεχνολογίας επιπλέον, φαίνεται να προτιμάται. Ακόμα, ορισμένες προσπάθειες εντάσσουν διλήμματα που σχετίζονται με την νανοτεχνολογία και εμπλέκουν τους μαθητές σε μία διαδικασία λήψης αποφάσεων για κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα.

Τέλος, αναγνωρίζεται ότι η αναζήτηση και μελέτη που έχει ως τώρα πραγματοποιηθεί χρήζει συστηματικοποίησης και επέκτασης, τόσο οριζοντίως όσο και καθέτως, εντός της βιβλιογραφίας. Σε επόμενο στάδιο προβλέπεται περαιτέρω αναζήτηση εκπαιδευτικών προγραμμάτων που έχουν σχεδιαστεί και υλοποιηθεί από ΚΕΚ, αναλυτική καταγραφή των εκθεμάτων που έχουν αξιοποιηθεί σε αυτά καθώς και ο εντοπισμός των Μεγάλων Ιδεών με τις οποίες σχετίζονται. Από την αναζήτηση αυτή θα αναγνωριστούν τα είδη των εκθεμάτων (π.χ. μακροσκοπικά μοντέλα, εικονικές αναπαραστάσεις, πολυμεσικά υλικά κ.ά.) και θα εντοπιστούν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, τα οποία ενδεχομένως να επηρεάζουν την εμπλοκή των επισκεπτών με αυτά (π.χ. βαθμός καθοδήγησης και είδη αλληλεπιδράσεων που προωθούν κ.ά.). Επιπλέον, θα αναζητηθούν εκθέματα στα οποία γίνεται συστηματική διαπραγμάτευση κοινωνικών διαστάσεων της νανοτεχνολογίας.

5. Βιβλιογραφία

- Andre, L., Durksen, T., & Volman, M. L. (2017). Museums as avenues of learning for children: A decade of research. *Learning Environments Research*, 20(1), 47-76. <https://doi.org/10.1007/s10984-016-9222-9>
- Batt, C., Waldron, A., & Trautmann, C. (2004). It's a nanoworld: A study of use. Retrieved from https://www.informalscience.org/sites/default/files/report_121.pdf
- Bevan, B. with Dillon, J., Hein, G. E., Macdonald, M., Michalchik, V., Miller, D., Root, D., Rudder, L., Xanthoudaki, M., & Yoon, S. (2010). Making Science Matter: Collaborations Between Informal Science Education Organizations and Schools. A CAISE Inquiry Group Report. Washington, D.C.: Center for Advancement of Informal Science Education (CAISE).
- Coenen, C. (2016). Broadening Discourse on Responsible Research and Innovation (RRI). *Nanoethics* 10, 1–4. <https://doi.org/10.1007/s11569-016-0255-4>.
- Crone, W. C. (2010). Bringing nano to the public: A collaboration opportunity for researchers and museums. *Journal of Nano Education*, 2(1-2), 102–116. <https://doi.org/10.1166/jne.2010.1006>.

- Feather, J. L. & Aznar, M. (2011). *Nanoscience Education: Workforce Training, and K-12 Resources*, Boca Raton: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315219417>
- Filipponi, L. & Sutherland, D., (2010). Introduction to Nanoscience and Nanotechnologies. Chapter 1, http://nanoyou.eu/attachments/188_Module-1-chapter-1.pdf (Προσπελάστηκε στις 5/2/2020)
- Gupta, P., Adams, J., Kisiel, J., & DeWitt, J. (2010). Examining the complexities of school museum partnerships. *Cultural Studies of Science Education*. 5(3), 685-699. <https://doi.org/10.1007/s11422-010-9264-8>
- Jones, M. G., Blonder, R., Gardner, G. E., Albe, V., Falvo, M., & Chevrier, J. (2013). Nanotechnology and nanoscale science: Educational challenges. *International Journal of Science Education*, 35(9), 1490-1512. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.771828>.
- Laherto, A. (2011). Incorporating nanoscale science and technology into secondary school curriculum: Views of nano-trained science teachers. *NorDiNa* 7(2), 126-139. <https://doi.org/10.5617/nordina.234>.
- Laherto, A. (2018). Research - based exhibition development: Illustrating the invisible nanoworld. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education* 6(2), 103–125. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.6.2.323>
- Murriello, S., Contier, D., & Knobel, M. (2009). NanoAventura: An interactive exhibition on nanoscience and nanotechnology as an educational tool. *Journal of Nano Education*, 1(1), 96–105. DOI: 10.1166/jne.2009.006
- Russell, J. L., Knutson, K., & Crowley, K. (2013). Informal learning organizations as part of an educational ecology: Lessons from collaboration across the formal-informal divide. *Journal of Educational Change*, 14(3), 259-281. <https://doi.org/10.1007/s10833-012-9203-4>
- Saidi, T., & Sigauke, E. (2017). The use of Museum Based Science Centres to Expose Primary School Students in Developing Countries to Abstract and Complex Concepts of Nanoscience and Nanotechnology. *Journal of Science Education and Technology*, 26(5), 470-480. <https://doi.org/10.1007/s10956-017-9692-2>
- Schönborn, K. J., Höst, G. E., & Palmerius, K. E. L. (2016). Nano education with interactive visualization. *Nano Today*, 11(5), 543-546. doi: 10.1016/j.nantod.2015.10.006
- Selvakumar, M. & Storksdieck, M. (2013). Portal to the public: Museum educators collaborating with scientists to Engage Museum Visitors with Current Science. *Curator: The Museum Journal* 56(1), 69-78. <https://doi.org/10.1111/cura.12007>.
- Spyrtou A., Manou L., Peikos G., & Zachou P. (2019). Facilitating Primary Student Teachers' Development of Critical Thinking Through a Nanotechnology Module, *Communications in Computer and Information Science*, 993, 137-152. Springer, Cham. ISBN 978-3-030-20954-4. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-20954-4>
- Stavrou, D., Michailidi, E., & Sgouros, G. (2018). Development and dissemination of a teaching learning sequence on nanoscience and nanotechnology in a context of communities of learners. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(4), 1065-1080. <https://doi.org/10.1039/C8RP00088C>
- Winkelmann, K., Bernas, L., & Saleh, M. (2014). A review of nanotechnology learning resources for K-12, college and informal educators. *Journal of Nano Education*, 6(1), 1-11. DOI:10.1166/jne.2014.1058

Εκπαίδευση εκπαιδευτικών Προσχολικής και Δημοτικής Εκπαίδευσης στη χρήση προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Αλκίνοος Ιωάννης Ζουρμπάκης¹ & Μιχαήλ Καλογιαννάκης²

¹Υποψήφιος διδάκτορας, ²Αναπληρωτής Καθηγητής

Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η χρήση παιχνιδιών όσον αφορά την εκπαίδευση, δεν είναι κάτι καινούργιο. Η χρήση τους, ιδιαίτερα στα πρώτα στάδια του εκπαιδευτικού συστήματος είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη, βοηθώντας τους μαθητές να μάθουν και να αναπτύξουν διάφορες δεξιότητες. Παρόλο που οι μαθητές αποτελούν το κέντρο της διδασκαλίας, ο εκπαιδευτικός κατέχει ένα κεντρικής σημασίας ρόλο. Αυτός καλείται να παρέχει το περιεχόμενο της διδασκαλίας, να κατανοήσει τις ανάγκες των μαθητών του, αλλά και να αξιολογήσει τη διαδικασία της μάθησης. Προτείνουμε τη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί και μελλοντικοί εκπαιδευτικοί σχεδιάζουν και ενσωματώνουν περιβάλλοντα προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης σε μία διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Abstract

The use of games regarding education is not something new. Their use, especially in the early stages of the education system, is notably widespread in helping students learn and develop various skills. Although students are considered the center of teaching, the teacher plays a central key role. He is called upon to provide the content of teaching, to understand the needs of his students and to evaluate the learning process. We propose exploring how in-service and pre-service teachers design and integrate adaptive gamification environments into teaching science education.

1. Εισαγωγή

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της σύγχρονης εκπαίδευσης, ως εκ τούτου η ένταξη της τεχνολογίας έχει αποτελέσει βασικό ζήτημα, καθώς ενισχύει τον τρόπο διερεύνησης και κατανόησης φαινομένων και εννοιών και προάγει ένα ενεργό και επιστημονικό τρόπο σκέψης (Slykhuis & Krall, 2011). Τα τελευταία χρόνια η παιχνιδοποίηση (Gamification), δηλαδή «η χρήση λειτουργιών, αισθητικής και μηχανισμών παιχνιδιών σε εφαρμογές που δεν σχετίζονται με παιχνίδια», έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον διαφόρων πεδίων ως ένας τρόπος παροχής κινήτρων και εμπλοκής σε διάφορες διεργασίες (Kapp, 2012). Χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο στην εκπαίδευση εξαιτίας της εξάπλωσης και χρήσης της φορητής τεχνολογίας και των αντίστοιχων φορητών εφαρμογών τα τελευταία χρόνια στην εκπαίδευση (Hwang & Wu, 2014), σε συνδυασμό με το μικρό κόστος ανάπτυξης εφαρμογών που χρησιμοποιούν παιχνιδοποίηση (Al-Azawi et al., 2016).

Η παιχνιδοποίηση ως εκπαιδευτικό εργαλείο παρουσιάζει σημαντικές δυνατότητες στη διευκόλυνση της μάθησης και στην αύξηση των κινήτρων συμμετοχής των εκπαιδευομένων στις διδακτικές δραστηριότητες (Kapp et al., 2014). Παρόλα αυτά, η μη προσαρμογή των επιμέρους στοιχείων των παιχνιδιών (game elements) και της κατάλληλης διδακτικής προσέγγισης στις ανάγκες του κάθε εκπαιδευόμενου ξεχωριστά, καθώς και η συχνή παρουσίαση όμοιων και επαναλαμβανόμενων στοιχείων των παιχνιδιών μακροπρόθεσμα αυξάνουν τα επίπεδα εγκατάλειψης (Hassan et al., 2019). Συνεπώς, εμφανίστηκε η ανάγκη

προσαρμογής της παιχνιδο-ποίησης. Η προσαρμοστική παιχνιδοποίηση έχει αποτελέσει τα τελευταία χρόνια επίκεντρο πολλών ερευνητών καθώς προσαρμόζει και υιοθετεί διαφορετικούς μηχανισμούς παιξίματος και χαρακτηριστικά παιχνιδιού με βάση τις ενέργειες, τις προτιμήσεις και τα χαρακτηριστικά του κάθε μαθητή (Codish & Ravid, 2014). Προκύπτει λοιπόν, η ανάγκη εξακρίβωσης της σχέσης των στοιχείων και μηχανισμών των παιχνιδιών με την παροχή κινήτρων στους μαθητές αλλά και με τον τρόπο αξιοποίησης τους από τους εκπαιδευτικούς (Böckle et al., 2017).

Σύμφωνα με έρευνες, οι εκπαιδευτικοί συχνά εμφανίζονται να έχουν έλλειψη γνώσεων στο περιεχόμενο των Φ.Ε., στα παιδαγωγικά σχετικά με τις Φ.Ε., σε πρακτικές διερευνητικής μάθησης, στον επιστημονικό εγγραμματισμό, αυτοπεποίθησης και αποτελεσματικότητας κάτι που προέρχεται από την ελλιπή εκπαίδευση στο προπτυχιακό επίπεδο (pre-service teacher preparation (PST) (Lewis et al., 2014). Συνεπώς, προκύπτει η ανάγκη εκπαίδευσης εκπαιδευτικών στη χρήση τεχνολογικών μέσων που χρησιμοποιούν περιβάλλοντα προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης αλλά και στο σύνολο των διδακτικών προσεγγίσεων που είναι συμβατές με αυτά τα περιβάλλοντα.

Επίσης, παρόλο που τα τελευταία χρόνια δίνεται μεγάλη έμφαση στην ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην εκπαίδευση, οι εκπαιδευτικοί προβάλλουν αντίσταση στην χρήση της στην τάξη ως ένα εργαλείο ενεργού μάθησης (Jimoyiannis, 2010). Η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών θα πρέπει να υλοποιηθεί με τη χρήση ενός θεωρητικού πλαισίου το οποίο θα έχει ως κέντρο την ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία όπως είναι το TRACK. Το TRACK: είναι η γνώση που αναδεικνύεται από την αλληλεπίδραση και αλληλοσυσχέτιση γνώσεων τριών ξεχωριστών αντικείμενων, της Παιδαγωγικής, του Περιεχόμενου και της Τεχνολογίας (Koehler & Mishra, 2009). Με αυτό τον τρόπο θα μπορέσει να αναδειχθεί η σύνδεση της παιδαγωγικής ενσωμάτωσης των ψηφιακών τεχνολογιών στις Φ.Ε. με την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας αλλά και την επίδραση μίας τέτοιας μεθόδου στην αυτό-αποτελεσματικότητα (self-efficacy) και την παροχή κινήτρων ως προς την ενσωμάτωση των ψηφιακών τεχνολογιών στις Φ.Ε.

2. Μεθοδολογία

2.1 Σκοπός έρευνας

Σκοπός της παρούσας έρευνας αποτελεί η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών Προσχολικής και Δημοτικής Εκπαίδευσης στη χρήση προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης και κατόπιν η διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί και οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί σχεδιάζουν και ενσωματώνουν περιβάλλοντα προσαρμοσμένης παιχνιδοποίησης σε μία διδασκαλία των Φ.Ε., όπως ο κύκλος του νερού, αλλά και την επίδραση που έχει η διαδικασία στα κίνητρα και την αυτό-αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών αλλά και στις μαθησιακές επιδόσεις των μαθητών. Πιο συγκεκριμένα, θα εξετάσει τα παραγόμενα διδακτικά σενάρια και τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης στις Φ.Ε., τα θέματα που προκύπτουν κατά τη χρήση των διδακτικών σεναρίων στη σχολική τάξη και την επίδραση που έχουν στις επιδόσεις των μαθητών. Ακόμα, θα διερευνηθούν οι απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρησιμότητα και την αξιοποίηση των στοιχείων και μηχανισμών των παιχνιδιών αλλά και η επίδραση που έχουν στην παροχή κινήτρων των μαθητών.

2.2 Σχεδιασμός και υλοποίηση της έρευνας

1η Φάση:

Επιλογή εκπαιδευτικών. Επιμόρφωση εκπαιδευτικών στη διδακτική αξιοποίηση υλικού προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης.

2η Φάση:

Σχεδιασμός διδακτικών σεναρίων με τη χρήση προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης από τους εκπαιδευτικούς.

3η Φάση:

Διαχωρισμός των ομάδων σε 2 επιμέρους ομάδες. Η ομάδα 1 θα χρησιμοποιήσει εφαρμογές προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης μέσω υπολογιστή και η ομάδα 2 θα χρησιμοποιήσει εφαρμογές προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης μέσω έξυπνων κινητών συσκευών. Επιλογή νέας ομάδας εκπαιδευτικών για διδασκαλία με συμβατικό τρόπο (ομάδα ελέγχου). Οι εκπαιδευτικοί όλων των ομάδων θα διδάξουν στη σχολική τάξη/εργαστήρια.

4η Φάση:

Αναστοχασμός/Αξιολόγηση της διαδικασίας από τους εκπαιδευτικούς και συνεντεύξεις.

Πίνακας 1: Συσχετισμός κυρίων ερευνητικών ερωτημάτων, δείγματος και εργαλείων

Κύρια ερευνητικά ερωτήματα	Δείγμα	Εργαλεία
1. Ο βαθμός ετοιμότητας, η αυτό-αποτελεσματικότητα (self-efficacy) και τα κίνητρα των εν ενεργεία και μελλοντικών εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση περιβαλλόντων προσαρμοσμένης παιχνιδοποίησης στις Φ.Ε.	Εν ενεργεία εκπαιδευτικοί της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Προσχολική και Δημοτική εκπαίδευση) και προπτυχιακοί φοιτητές των τμημάτων Προσχολικής και Δημοτικής εκπαίδευσης (40-50).	• Συνεντεύξεις • Ερωτηματολόγια • Αξιολόγηση παραγόμενων διδακτικών σεναρίων από τους εκπαιδευτικούς βάση του TPACK
2. Παιδαγωγική ενσωμάτωση περιβαλλόντων προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης στις Φ.Ε και οι επιδόσεις των μαθητών	Εν ενεργεία εκπαιδευτικοί (8-10) και μαθητές (150).	• Συνεντεύξεις • Συλλογή και ανάλυση pre-test, φύλλων αξιολόγησης και post- test (SPSS)
3. Εξακρίβωση των στοιχείων και μηχανισμοί παιχνιδιών που θεωρούνται πιο χρήσιμα, αξιοποιούνται περισσότερο από τους εκπαιδευτικούς και παρέχουν περισσότερα κίνητρα στους μαθητές	Εν ενεργεία εκπαιδευτικοί (8-10) και μαθητές (150).	• Ερωτηματολόγια • Συνεντεύξεις

3. Αποτελέσματα

Η έρευνα μας βρίσκεται ακόμα στο αρχικό στάδιο του σχεδιασμού και της επεξεργασίας για αυτό και δεν υπάρχουν ακόμα αποτελέσματα. Αυτή τη στιγμή δίνεται ιδιαίτερη σημασία στον

σχεδιασμό και ανάπτυξη των εφαρμογών, προκειμένου να είναι κατάλληλα σχεδιασμένες για παιδιά της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Νηπιαγωγείο και Δημοτικό).

4. Συμπεράσματα

Προοπτική της έρευνας

Η παιχνιδοποίηση έχει παρουσιάσει κάποια ενθαρρυντικά σημάδια σε αυτό το θέμα, αλλά τα ποσοστά εγκατάλειψης των μαθητών παραμένουν αρκετά υψηλά (Hassan et al., 2019). Έτσι, αρκετοί ερευνητές έχουν εστιάσει σε ένα πιο εξατομικευμένο και προσαρμοστικό τρόπο σχετικά με την παιχνιδοποίηση προκειμένου να μειώσουν τα ποσοστά εγκατάλειψης και να κρατήσουν την προσοχή των μαθητών, ένα ήδη δύσκολο έργο. Τα πρώτα ευρήματα σχετικά με την προσαρμοστική παιχνιδοποίηση δίνουν πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα, αλλά υπάρχουν ελάχιστες αναφορές σχετικά με τις ιδέες, τις ανησυχίες και την ετοιμότητα των εν ενεργεία και μελλοντικών εκπαιδευτικών (Papadakis et al., 2018). Επίσης, η προετοιμασία και η εκπαίδευσή τους σχετικά με την εφαρμογή προσαρμοσμένων παιχνιδιών σε περιβάλλοντα και την αξιοποίηση των δυνατοτήτων τους είναι κρίσιμης σημασίας, λαμβάνοντας υπόψη τον βασικό ρόλο που έχει ένας εκπαιδευτικός (Licorish et al., 2018).

Η διερεύνηση της μαθησιακής πορείας των εκπαιδευτικών αλλά και η αξιολόγηση των περιβαλλόντων από τους ίδιους συνεισφέρει στο κομμάτι της έρευνας που αφορά το είδος και τα χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα, προκειμένου να είναι έτοιμοι, να έχουν κίνητρα και τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά τις εφαρμογές προσαρμοστικής παιχνιδοποίησης.

5. Βιβλιογραφία

- Al-Azawi, R., Al-Faliti, F., & Al-Blushi, M. (2016). Educational Gamification vs. Game Based Learning: Comparative Study. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 7(4), 132-136. doi: 10.18178/ijimt.2016.7.4.659
- Böckle, M., Novak, J., & Bick, M. (2017). Towards Adaptive Gamification: a Synthesis of Current Developments. In Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems (ECIS), Guimarães, Portugal, ISBN 978-989-20-7655-3 Research Papers. https://aisel.aisnet.org/ecis2017_rp/11
- Codish, D. & Ravid, G. (2014). Adaptive Approach for Gamification Optimization. In: *Proceedings of the 2014 IEEE/ACM 7th International Conference on Utility and Cloud Computing*, (pp. 609-610). IEEE, London. <https://doi.org/10.1109/UCC.2014.94>.
- Hassan, M. A., Habiba, U., Majeed, F., & Shoaib, M. (2019). Adaptive gamification in e-learning based on students' learning styles, *Interactive Learning Environments*, doi:10.1080/10494820.2019.1588745
- Hwang, G. J. and Wu, P. H. (2014) Applications, impacts and trends of mobile technology-enhanced learning – a review of 2008–2012 publications in selected SSCI journals, *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 8(2), 83–95. <https://doi.org/10.1504/IJMLLO.2014.062346>.
- Jimoyiannis, A. (2010). Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teachers professional development. *Computers & Education*, 55(3), 1259–1269. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.022>
- Kapp, K. M. (2012). The gamification of learning and instruction. San Francisco: Wiley ISBN: 978-1-118-09634-5
- Kapp, K. M., Blair, L. & Mesch, R. (2014). The Gamification of Learning and Instruction Fieldbook. Wiley, San Francisco. ISBN: 978-1-118-67724-7

- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70. <https://citejournal.org/volume-9/issue-1-09/general/what-is-technological-pedagogicalcontent-knowledge>
- Lewis, E., Dema, O., & Harshbarger, D. (2014). Preparation for practice: Elementary preservice teachers learning and using scientific classroom discourse community instructional strategies. *School Science and Mathematics*, 114(4), 154–165. <https://doi.org/10.1111/ssm.12067>
- Licorish, S. A., Owen, H. E., Daniel, B., & George, J. L. (2018). Students' perception of Kahoot!'s influence on teaching and learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 13(9), 1-23. <https://doi.org/10.1186/s41039-018-0078-8>
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2018). The effectiveness of computer and tablet assisted intervention in early childhood students' understanding of numbers. An empirical study conducted in Greece. *Education and Information Technologies*, 23(5), 1849–1871. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9693-7>
- Slykhuis, D., & Krall, R. (2011). Teaching Science with Technology: A decade of research. In M. Koehler, & P. Mishra (Eds.), *Proceedings of Society for information technology & teacher education international conference 2011* (pp. 4142–4151). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), Waynesville, NC USA. ISBN 978-1-880094-84-6

Ανάπτυξη διδακτικών ενοτήτων νανοτεχνολογίας με έμφαση στη σχέση επιστήμη – κοινωνία – τεχνολογία από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

Αθανασία Κοκολάκη¹, Δημήτρης Σταύρου²

¹Υποψήφια διδάκτορας, ²Καθηγητής,

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η ενσωμάτωση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων (ΚΕΖ) στα μαθήματα των φυσικών επιστημών (ΦΕ) μέσα από σύγχρονα επιστημονικά αντικείμενα κρίνεται απαραίτητη, δεδομένης της επικράτησης επιστημονικών και τεχνολογικών καινοτομιών στην καθημερινή ζωή. Η διαπραγμάτευση όμως ΚΕΖ κατά τη διδασκαλία είναι περιορισμένη λόγω των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί. Συνεπώς, η παρούσα έρευνα εστιάζει στη διαδικασία ανάπτυξης διδακτικών ενοτήτων, από έξι μελλοντικούς εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, με στόχο τη διαπραγμάτευση ΚΕΖ που εγείρονται από εφαρμογές της νανοτεχνολογίας. Αρχικά, οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί εξοικειώνονται με επιστημονικές και κοινωνικές διαστάσεις της νανοτεχνολογίας και έπειτα αναπτύσσουν διδακτικές ενότητες επικεντρωμένες στα ΚΕΖ.

Abstract

The integration of socioscientific issues (SSI) in science courses through contemporary scientific subjects is argued to be necessary given the scientific and technological innovations that prevail in everyday life. However, the negotiation of SSI in science lessons is limited due to the difficulties teachers face. Based on this, in the present work, we focus on the process of SSI teaching modules development concerning nanotechnology, by six pre-service primary teachers. Initially, pre – service teachers get familiar with the scientific and the social aspects of nanotechnology and subsequently they develop a module on SSI.

1. Εισαγωγή

Η ραγδαία ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας έχει οδηγήσει στην εμφάνιση ποικίλων προβληματισμών στους οποίους η σύγχρονη κοινωνία καλείται να δώσει απαντήσεις και οι οποίοι σχετίζονται με ζητήματα όπως είναι η κλιματική αλλαγή, η γενετική τροποποίηση, η διαχείριση της ενέργειας, η μόλυνση του περιβάλλοντος κλπ. Κρίνεται επομένως απαραίτητο, οι μαθητές, ως μελλοντικοί πολίτες, να καλλιεργήσουν δεξιότητες επιχειρηματολογίας, λήψης αποφάσεων και επίλυσης προβλημάτων ώστε να μπορούν να ανταποκριθούν στις σύγχρονες απαιτήσεις (Roberts, 2007). Αυτές οι δεξιότητες θεωρείται ότι μπορούν να καλλιεργηθούν κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (ΦΕ) μέσα από τη διαπραγμάτευση κοινωνικο-επιστημονικών ζητημάτων (ΚΕΖ). Λέγοντας ΚΕΖ εννοούνται προβληματικές καταστάσεις στις οποίες εμπλέκονται ταυτόχρονα αμφιλεγόμενες πληροφορίες και οι οποίες δεν επιδέχονται μονοσήμαντα μια ορθή απάντηση (Sadler et al., 2007). Τέτοιου είδους προβληματικές καταστάσεις συνοδεύουν συχνά τα αντικείμενα έρευνας αιχμής δεδομένης της έμφυτης αμφιλεγόμενης και αβέβαιης φύσης τους (Wan & Bi, 2019). Παράδειγμα ενός τέτοιου σύγχρονου αντικειμένου αποτελεί ο τομέας της νανοεπιστήμης - νανοτεχνολογίας (NET). Η NET, αξιοποιώντας τις μοναδικές ιδιότητες της ύλης στη νανοκλίμακα, δημιουργεί νέα προϊόντα και τεχνολογίες με πολλά υποσχόμενες δυνατότητες αλλά και πιθανές αρνητικές

επιπτώσεις. Δεδομένης της όλο και αυξανόμενης επίδρασης των εφαρμογών της NET στη ζωή του ανθρώπου αλλά και των πιθανών ηθικών προβληματισμών που εγείρονται από την αξιοποίησή τους, η NET θεωρείται ότι αποτελεί ένα κατάλληλο πλαίσιο για τη διαπραγμάτευση ΚΕΖ κατά την εκπαιδευτική διαδικασία (π.χ. Jones et al., 2013).

Για την υποστήριξη των εκπαιδευτικών αναφορικά με τη ανάπτυξη ΚΕΖ διδακτικών ενοτήτων έχει προταθεί από τον Sadler και τους συνεργάτες του (2017) ένα μοντέλο, σύμφωνα με το οποίο μια ΚΕΖ διδασκαλία έχει ως αφετηρία ένα κεντρικό ζήτημα με επιστημονικές και κοινωνικές διαστάσεις. Για την ανάλυση αυτού του ζητήματος οι μαθητές καλούνται να εμπλακούν με σχετικές θεμελιώδεις ιδέες επιστημονικού περιεχομένου, επιστημονικές πρακτικές, αλλά και με πρακτικές ανάλυσης - ερμηνείας ΚΕΖ. Τέτοιες πρακτικές αφορούν για παράδειγμα στην ανάλυση των ποικίλων οπτικών ενός ζητήματος, στην αξιολόγηση της εγκυρότητας των σχετικών πληροφοριών, στον καθορισμό των πλεονεκτημάτων και των πιθανών κινδύνων που μπορεί ελλοχεύουν κλπ. (Sadler et al., 2007). Έπειτα, οι μαθητές καλούνται να διαμορφώσουν την προσωπική τους θέση αναφορικά με το κεντρικό ζήτημα, βασιζόμενοι στις επιστημονικές και κοινωνικές διαστάσεις του ζητήματος με τις οποίες έχουν εμπλακεί.

Ο σχεδιασμός διδακτικών ενοτήτων από τους εκπαιδευτικούς αποτελεί μια διαρκή «αλληλεπίδραση» ανάμεσα στον εκάστοτε εκπαιδευτικό και τα διαθέσιμα σε αυτόν μέσα και υλικά. Ο εκπαιδευτικός φέροντας τους προσωπικούς του πόρους, δηλαδή τη γνώση του πάνω στο εκάστοτε αντικείμενο, την Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου σχετικά με το πώς να διδάξει το συγκεκριμένο αντικείμενο, καθώς και τους προσωπικούς του στόχους και πεποιθήσεις για τη διδασκαλία των ΦΕ «αλληλεπιδρά» με τα διαθέσιμα σε αυτόν μέσα όπως είναι τα αναλυτικά προγράμματα των ΦΕ, ήδη διαμορφωμένες διδακτικές ενότητες, υλικά από δράσεις επαγγελματικής ανάπτυξης κλπ. και διαμορφώνει το δικό του προσωπικό διδακτικό υλικό (πχ. Brown & Edelson, 2003).

Βασιζόμενοι στα παραπάνω, και με δεδομένο ότι η έρευνα σχετικά με το πώς οι εκπαιδευτικοί αναπτύσσουν ΚΕΖ διδακτικές ενότητες αξιοποιώντας αντικείμενα έρευνας αιχμής είναι αρκετά περιορισμένη, ειδικά όσο αφορά στους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, (πχ. Enagorou & Puig, 2017), η παρούσα έρευνα εστιάζει στη διαδικασία με την οποία μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αναπτύσσουν διδακτικές ενότητες για τη διαπραγμάτευση ΚΕΖ που εγείρονται από εφαρμογές της NET. Συγκεκριμένα, το κεντρικό ερευνητικό ερώτημα της εργασίας είναι:

Με ποιον τρόπο μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχεδιάζουν και αναπτύσσουν διδακτικές ενότητες επικεντρωμένες στα κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα που εγείρονται από εφαρμογές της νανοτεχνολογίας;

Το ερώτημα αυτό μπορεί να αναλυθεί στα εξής υποερωτήματα:

α. Πώς μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αξιοποιούν τους προσωπικούς τους πόρους για να σχεδιάσουν ΚΕΖ διδακτικές ενότητες αναφορικά με εφαρμογές της νανοτεχνολογίας;

β. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των δραστηριοτήτων που αναπτύσσουν οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης με στόχο τη διαπραγμάτευση ΚΕΖ;

2. Μεθοδολογία

Ερευνητικός σχεδιασμός

Προκειμένου να απαντηθεί το ερευνητικό ερώτημα της διατριβής, έχει ήδη λάβει χώρα η πιλοτική έρευνα (χειμερινό εξάμηνο 2018 -2019), ενώ την τρέχουσα περίοδο βρίσκεται σε εξέλιξη η κυρίως έρευνα. Συγκεκριμένα:

Πιλοτική Έρευνα. Η πιλοτική έρευνα, στην οποία συμμετείχαν δώδεκα φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (ΠΤΔΕ) του Πανεπιστημίου Κρήτης, πραγματοποιήθηκε σε δώδεκα τρίωρες συναντήσεις με σκοπό οι φοιτητές να διαμορφώσουν σχέδια μαθήματος για τη διαπραγμάτευση ΚΕΖ που εγείρονται από τη χρήση μικροπλαστικών. Η επιλογή αυτού του αντικειμένου οφείλεται στο γεγονός ότι πρόκειται για ένα σύγχρονο θέμα, με κοινωνικές και περιβαλλοντικές προεκτάσεις και με το οποίο οι φοιτητές είναι εξοικειωμένοι. Κατά τη διάρκεια των πρώτων έξι συναντήσεων οι φοιτητές εξοικειώθηκαν α. με το επιστημονικό περιεχόμενο γύρω από το πεδίο των μικροπλαστικών, β. με την προσωρινή φύση της επιστημονικής γνώσης και γ. με τις κοινωνικές προεκτάσεις και τους κινδύνους που απορρέουν από τη χρήση των μικροπλαστικών. Οι ακόλουθες έξι συναντήσεις αφορούσαν στην ανάπτυξη ενός σχεδίου μαθήματος για τη διαπραγμάτευση των ΚΕΖ που εγείρονται από τη χρήση μικροπλαστικών.

Κυρίως Έρευνα. Στην κυρίως έρευνα συμμετέχουν έξι φοιτητές του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Κρήτης, οι οποίοι εκπονούν την πτυχιακή τους εργασία στον τομέα της διδακτικής ΦΕ. Η διάρκεια της έρευνας είναι εννέα μήνες και πραγματοποιείται μέσα από τρίωρες συναντήσεις, όπως αποτυπώνεται στον πίνακα 1:

Πίνακας 1: Η διαδικασία ανάπτυξης διδακτικών ενοτήτων για ΚΕΖ

Φάση της έρευνας	Συναντήσεις	Περιγραφή
Φάση 1	Συναντήσεις 1 - 6	Εξοικείωση φοιτητών με: ▪ Τις θεμελιώδεις ιδέες της NET ▪ Τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για τις θεμελιώδεις ιδέες της NET ▪ Την προσωρινή φύση της επιστημονικής γνώσης ▪ Τις κοινωνικές πτυχές της NET (2 συναντήσεις)
Φάση 2	Συναντήσεις 7 - 14	Σχεδιασμός και ανάπτυξη των διδακτικών ενοτήτων
Φάση 3	Συναντήσεις 15 - 17	Εφαρμογή των διδακτικών ενοτήτων – Αναστοχασμός

Αναλυτικότερα, η φάση 1 αφορούσε στην αντιμετώπιση των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί σχετικά με τη διαπραγμάτευση ΚΕΖ κατά τη διδασκαλία, όπως αυτές αναφέρονται στη βιβλιογραφία. Συγκεκριμένα, αρχικά οι φοιτητές εξοικειώθηκαν με θεμελιώδεις έννοιες και καινοτόμες εφαρμογές της NET μέσα από διερευνητικές δραστηριότητες που είχαν αναπτυχθεί από την ερευνητική μας ομάδα στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Προγράμματος “IRRESISTIBLE” (<http://www.irresistible-project.eu>). Στην συνέχεια, οι φοιτητές μέσα από την εμπλοκή τους σε μια “Mystery Box” δραστηριότητα συζήτησαν σχετικά με τις αβεβαιότητες αντικειμένων έρευνας αιχμής και την προσωρινότητα της επιστημονικής γνώσης. Τέλος, εξοικειώθηκαν με τις κοινωνικές πτυχές της επιστήμης και συνέδεσαν τις πτυχές αυτές με εφαρμογές της NET. Στη φάση 2 οι φοιτητές σχεδίασαν και ανέπτυξαν μια διδακτική ενότητα για τη διαπραγμάτευση των ΚΕΖ που εγείρονται από εφαρμογές της NET βασιζόμενοι στο μοντέλο των Sadler et al. (2017). Στην φάση 3, θα εφαρμόσουν τη διδακτική ενότητα που ανέπτυξαν με μαθητές Ε΄ και ΣΤ΄ δημοτικού και θα αναστοχαστούν επί της διαδικασίας.

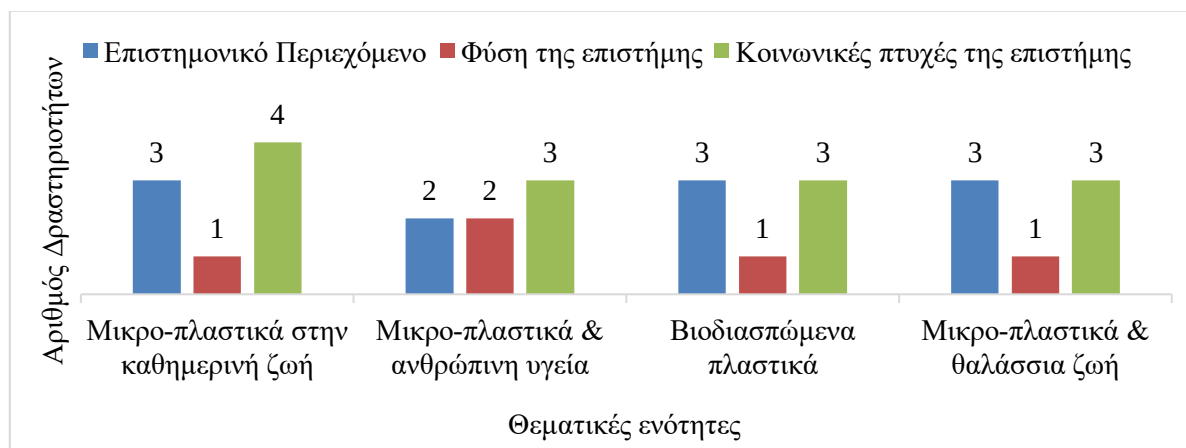
Συλλογή και Ανάλυση Δεδομένων

Δεδομένα συλλέγονται από α. μια αρχική συνέντευξη στους φοιτητές για τη διερεύνηση των απόψεων τους αναφορικά με τη διαπραγμάτευση ΚΕΖ στα μαθήματα ΦΕ, β. τις ηχογραφήσεις των συναντήσεων με τους φοιτητές, γ. τη διδακτική ενότητα που ανέπτυξαν και δ. μια τελική συνέντευξη που θα λάβει χώρα στο τέλος της διαδικασίας με κάθε έναν από τους συμμετέχοντες φοιτητές. Λόγω της διερευνητικής φύσης της έρευνας και του μικρού αριθμού του δείγματος θα αξιοποιηθούν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου (Mayring, 2015). Η ανάλυση των δεδομένων πρόκειται να επικεντρωθεί στην ανάλυση των πόρων των εκπαιδευτικών (Brown & Edelson, 2003) και στη συσχέτιση αυτών των πόρων με τα χαρακτηριστικά των ΚΕΖ διδακτικών ενοτήτων που αναπτύχθηκαν.

3. Αποτελέσματα

Κατά την πιλοτική έρευνα, οι φοιτητές ανέπτυξαν διδακτικό υλικό εστιασμένο στις εξής θεματικές: i. Μικροπλαστικά και καθημερινή ζωή, ii. Μικροπλαστικά και ανθρώπινη υγεία, iii. Βιοδιασπώμενα πλαστικά και iv. Μικροπλαστικά και θαλάσσια ζωή. Από την ανάλυση του διδακτικού υλικού που ανέπτυξαν οι φοιτητές, παρατηρήθηκε ότι υπάρχει ισορροπία ανάμεσα στον αριθμό δραστηριοτήτων που επικεντρώνουν στο επιστημονικό περιεχόμενο και στις δραστηριότητες που αφορούν στις κοινωνικές διαστάσεις του ζητήματος των μικροπλαστικών ενώ οι δραστηριότητες για τη φύση της επιστημονικής γνώσης είναι πιο περιορισμένες (Γράφημα 1).

Γράφημα 1: Συσχέτιση θεματικών ενοτήτων και αριθμό δραστηριοτήτων σε διδακτικό υλικό που αναπτύχθηκε από τους φοιτητές



Παρόλο όμως τον ισορροπημένο αριθμό δραστηριοτήτων επιστημονικού περιεχομένου και δραστηριοτήτων για τις κοινωνικές προεκτάσεις του ζητήματος των μικροπλαστικών, μέσα από τις τελικές συνεντεύξεις των φοιτητών, διαπιστώσαμε ότι οι φοιτητές χρησιμοποιούν τα ΚΕΖ ως κίνητρο για την εμπλοκή των μαθητών στη διδασκαλία ενώ η σύνδεση του επιστημονικού περιεχομένου με τα αντίστοιχα ΚΕΖ είναι αποσπασματική (Tidemand & Nielsen, 2017). Συγκεκριμένα, θέτουν ως βασικό στόχο του διδακτικού τους υλικού την απόκτηση γνώσεων σχετικών με τα πλαστικά, η διαπραγμάτευση ΚΕΖ εντοπίζεται είτε στην αρχή λειτουργώντας ως πρόκληση ενδιαφέροντος είτε στο τέλος λειτουργώντας ως ανακεφαλαίωση – επέκταση του επιστημονικού περιεχομένου ενώ οι δραστηριότητες αξιολόγησης των μαθητών αφορούν σε δραστηριότητες ανακεφαλαίωσης επιστημονικών

εννοιών. Με βάση αυτά, η κυρίως έρευνα αναμένεται να δώσει περισσότερα στοιχεία αναφορικά α. με τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί διαχειρίζονται την αλληλεπίδραση μεταξύ του επιστημονικού περιεχομένου και των κοινωνικών προεκτάσεων ενός ζητήματος, β. με τον τρόπο με τον οποίο αποτυπώνουν αυτή την αλληλεπίδραση στις διδακτικές ενότητες που αναπτύσσουν και γ. με τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν κατά το σχεδιασμό και την ανάπτυξη ΚΕΖ διδακτικών ενότητων.

4. Ευχαριστίες



Η ερευνητική εργασία υποστηρίχθηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «Υποτροφίες ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. Υποψηφίων Διδασκόντων» (Αριθμός Υποτροφίας: 1490).

5. Βιβλιογραφία

- Brown M. W. & Edelson D., (2003). *Teaching as design: Can we better understand the ways in which teachers use materials so we can better design materials to support their changes in practice?* Evertson: Center for Learning Technologies in Urban Schools.
- Evagorou, M., & M. B. Puig. (2017). Engaging elementary school pre-service teachers in modeling a socioscientific issue as a way to help them appreciate the social aspects of science. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 113-123. <https://doi.org/10.18404/ijemst.99074>
- Jones, M. G., Blonder, R., Gardner, G. E., Albe, V., Falvo, M., & Chevrier, J. (2013). Nanotechnology and nanoscale science: Educational challenges. *International Journal of Science Education*, 35(9), 1490-1512. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.771828>.
- Mayring, P. (2015). Qualitative Content Analysis: Theoretical Background and Procedures. In A. Bikner-Ahsbals, C. Knipping, & N. Presmeg (Eds.), *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education* (pp. 365-380). Dordrecht: Springer Netherlands. ISBN 978-94-017-9181-6.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729-780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Doi:10.4324/9780203824696.
- Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, 37(4), 371-391. <https://doi.org/10.1007/s11165-006-9030-9>.
- Sadler, T. D., Foulk, J. A., & Friedrichsen, P. J. (2017). Evolution of a model for socio-scientific issue teaching and learning. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology*, 5(2), 75-87. <https://doi.org/10.18404/ijemst.55999>.
- Tidemand S. & Nielsen J. A. (2017). The role of socioscientific issues in biology teaching: from the perspective of teachers. *International Journal of Science Education*, 39 (1), 44-61. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1264644>
- Wan, Y., & Bi, H. (2019). What major “socio-scientific topics” should the science curriculum focused on? A Delphi study of the expert community in China. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(1), 61-77. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-09947-y>.

Προσεγγίσεις Εν Ενεργεία Εκπαιδευτικών Β/θμιας Εκπαίδευσης κατά τον Σχεδιασμό & Ανάπτυξη STEM Διδασκαλιών σε Πλαίσιο Κοινότητας Μάθησης

Αργύρης Νιπυράκης¹ & Δημήτρης Σταύρου²

¹Υποψήφιος Διδάκτορας, ²Καθηγητής

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα στοχεύει να μελετήσει τις διαφορετικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία STEM που έχουν εν ενεργεία εκπαιδευτικοί Β/θμιας Εκπαίδευσης των S-T-E-M πεδίων (Φυσικές Επιστήμες-Τεχνολογία-Μηχανική-Μαθηματικά), καθώς και τον βαθμό ενοποίησης των πεδίων που αυτοί υλοποιούν. Οι εκπαιδευτικοί (n=26) μαζί με ερευνητές θα κληθούν σε ομάδες να σχεδιάσουν και να αναπτύξουν STEM διδακτικό υλικό μέσω δια ζώσης και online συναντήσεων. Οι συζητήσεις θα αναλυθούν με τη χρήση ποιοτικής ανάλυσης περιεχομένου, ενώ παράλληλα, η επίδραση του συνεργατικού πλαισίου της Κοινότητας Μάθησης κατά τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη του διδακτικού υλικού, αλλά και στον βαθμό ενοποίησης των πεδίων θα μελετηθεί κάνοντας χρήση ανάλυσης δικτύων.

Abstract

The present study aims to investigate the different views about STEM Education that in-service secondary teachers of the S-T-E-M fields (Science-Technology-Engineering-Mathematics) have, as well as the level of integration that they implement. Teachers (n=26), along with researchers will be called upon to design and develop STEM teaching material in groups through in-person and online meetings. Discussions will be analysed with qualitative content analysis, whilst the extent to which the collaborative Learning Community framework will affect the design and development of the teaching material, as well as the level of integration will be also studied with the use of network analysis.

1. Εισαγωγή

Η Εκπαίδευση STEM ορίζεται ως “μια διδακτική προσέγγιση που ενοποιεί (integrates) εξειδικευμένες γνώσεις και δεξιότητες από τα πεδία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ), Τεχνολογίας, Μηχανικής & Μαθηματικών” (Martín-Páez et al., 2019). Οι λόγοι που συνιστούν μια τέτοια προσέγγιση είναι ότι δύναται να συνεισφέρει σε βελτιωμένα μαθησιακά αποτελέσματα σε γνώσεις περιεχομένου (Martín-Páez et al., 2019, Toma & Greca, 2018), καθώς οι μαθητές ωθούνται στο να κάνουν διασυνδέσεις μεταξύ των πεδίων, καθώς και διασυνδέσεις με γενικότερα θέματα & έννοιες, αλλά και να αποκτήσουν επίγνωση των διαφορετικών οπτικών και εννοιολογικών/γλωσσολογικών διενέξεων μεταξύ των πεδίων (Kähkönen et al., 2016). Παράλληλα, μέσω της Εκπαίδευσης STEM, αυξάνεται το ενδιαφέρον των μαθητών για τις ΦΕ (Toma & Greca, 2018), ενώ βελτίωση παρατηρείται και σε διαδικαστικές/πρακτικές δεξιότητες (Martín-Páez et al., 2019).

Οι δύο κεντρικοί πυλώνες της Εκπαίδευσης STEM είναι η μάθηση μέσω διερεύνησης, καθώς και η μάθηση μέσω ρεαλιστικών προβλημάτων (Martín-Páez et al., 2019). Παρ’ όλ’ αυτά, οι εκπαιδευτικοί, παρουσιάζουν δυσκολίες στην αφομοίωση των παραπάνω στρατηγικών, εξαιτίας ελλείψεων σε γνώσεις περιεχομένου, εμπειριών στη διδασκαλία μέσω πρακτικών/πειραματικών διαδικασιών (Kelley & Knowles, 2016), αλλά και αρνητικών στάσεων (Toma & Greca, 2018).

Ακόμα όμως και όταν οι εκπαιδευτικοί επιχειρούν ενοποιημένες διδασκαλίες, προκύπτουν δυσκολίες ως προς τη ισότιμη συμπερίληψη των πεδίων, καθώς κρίνεται μάλλον απαιτητική η ενσωμάτωση των Μαθηματικών (Martín-Páez et al., 2019), ενώ συχνά δεν επιτελείται ουσιαστική ενσωμάτωση της Τεχνολογίας (Νιτυράκης & Σταύρου, 2019). Πιο αναλυτικά, προκύπτουν διάφορα μοντέλα ενοποίησης από τους εκπαιδευτικούς, με διαφορετική βαρύτητα και είδος διασυνδέσεων μεταξύ των πεδίων (Ring et al., 2017).

Προκειμένου να επιτελεστούν ενοποιημένες προσεγγίσεις, συνιστώνται συνεργατικές μέθοδοι, όπως το μοντέλο της Κοινότητας Μάθησης (KM), έτσι ώστε εκπαιδευτικοί με διαφορετικές προσλαμβάνουσες και γνώσεις να αποκτήσουν επίγνωση των ομοιοτήτων και διαφορών των απαιτούμενων γνώσεων και δεξιοτήτων από κάθε πεδίο (Kelley & Knowles, 2016), να μπορέσουν να καλλιεργήσουν την “επάρκεια πεδίου” (discipline adequacy), δηλαδή ένα στοιχειώδες επίπεδο κατανόησης και εξοικείωσης με συναφή επιστημονικά πεδία, αλλά και να καλλιεργήσουν κοινωνικές δεξιότητες, όπως η ομαδικότητα και η καθοδήγηση (leadership) (Kähkönen et al., 2016).

Συνεπώς, η παρούσα έρευνα αποσκοπεί αφενός στο να διερευνήσει τις προσεγγίσεις στη διδασκαλία STEM εν ενεργεία εκπαιδευτικών των S-T-E-M πεδίων, καθώς και το βαθμό ενοποίησης που αυτοί πραγματοποιούν και αφετέρου να μελετήσει την επίδραση που έχει η συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών διαφορετικών πεδίων στον βαθμό ενοποίησης που πραγματοποιούν και στην παραγωγή STEM διδακτικού υλικού.

Η έρευνα αυτή πραγματοποιείται στα πλαίσια μιας επιμόρφωσης εκπαιδευτικών Β/θμιας Εκπαίδευσης, όπου 26 εκπαιδευτικοί θα εργαστούν σε KM προκειμένου να παράξουν STEM τεχνουργήματα & δραστηριότητες και θα τις εφαρμόσουν σε STEM διδασκαλίες στις σχολικές τάξεις και κατά την πραγματοποίηση έκθεσης σε χώρο άτυπης μάθησης. Παράλληλα, γίνεται χρήση αρχών διεπιστημονικότητας όπως αυτές διατυπώνονται στο ευρωπαϊκό πρόγραμμα Identities.

Ερευνητικά ερωτήματα

Συμπερασματικά, τα ερευνητικά ερωτήματα είναι:

- Ποιες είναι οι διαφορετικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία STEM που έχουν οι εκπαιδευτικοί των τεσσάρων S-T-E-M πεδίων και ποιος ο βαθμός ενοποίησης των πεδίων που πραγματοποιούν;
- Ποια είναι η επίδραση της Κοινότητας Μάθησης στην ανάπτυξη του STEM διδακτικού υλικού και στον βαθμό ενοποίησης των πεδίων;

2. Μεθοδολογία

Μεθοδολογικό πλαίσιο της παρούσας έρευνας αποτελεί το Μοντέλο Διδακτικής Αναδόμησης για την Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών (Van Dijk & Kattmann, 2007), προσαρμοσμένο στην Εκπαίδευση STEM. Συγκεκριμένα, το μοντέλο αποτελείται από τρία δυναμικώς αλληλεπιδρώντα πεδία:

- α) εμπειρικές έρευνες που αφορούν την Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών, όπως έρευνες για την Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου, την Εκπαίδευση STEM και την ενοποίηση των πεδίων S-T-E-M από τους εκπαιδευτικούς,
- β) τη διαδικασία σχεδιασμού περιβαλλόντων μάθησης STEM από τους εκπαιδευτικούς και
- γ) τον σχεδιασμό Επιμορφώσεων Εκπαιδευτικών στην Εκπαίδευση STEM.

Υλοποίηση της έρευνας

Η έρευνα διεξάγεται στα πλαίσια μιας Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών στην Εκπαίδευση STEM που διοργανώνει ακαδημαϊκό ίδρυμα. Το δείγμα αποτελείται από 26 εκπαιδευτικούς Β/θμιας εκπαίδευσης των πεδίων S-T-E-M, συγκεκριμένα 10 εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών, 5 Πληροφορικής, 6 Μηχανικής και 5 Μαθηματικών. Οι εκπαιδευτικοί, μαζί με ερευνητές Διδακτικής των ΦΕ συγκροτούν μια ΚΜ, η οποία χωρίζεται επιπλέον σε 4 υποομάδες εκπαιδευτικών των 6-7 ατόμων, βάσει της βαθμίδας εκπαίδευσης (Γυμνάσιο/Λύκειο) και του γεωγραφικού νομού.

Στόχος των ομάδων είναι η παραγωγή STEM διδακτικού υλικού, όπως STEM τεχνουργήματα & συνοδευτικές δραστηριότητες, καθώς και η εφαρμογή STEM διδασκαλιών που θα αξιοποιούν το παραχθέν διδακτικό υλικό. Ως γνωστικό αντικείμενο της επιμόρφωσης επιλέχθηκε η ΝανοΕπιστήμη-Τεχνολογία (NET), όντας εκ φύσεως ένα διεπιστημονικό πεδίο (Kähkönen et al., 2016). Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, η επιμόρφωση αποτελείται από τρεις κύριες φάσεις:

- α) μια αρχική φάση επιμόρφωσης στο αντικείμενο της NET και στο θεωρητικό πλαίσιο της Εκπαίδευσης STEM,
- β) τη φάση σχεδιασμού και υλοποίησης του STEM διδακτικού υλικού, καθώς και διαμοιρασμού γνώσεων και δεξιοτήτων στα S-T-E-M πεδία και
- γ) τη φάση επίδειξης & εφαρμογής του υλικού στις σχολικές τάξεις και κατά την διεξαγωγή έκθεσης σε χώρο άτυπης μάθησης.

Πίνακας 1: Περιγραφή του προγράμματος

Συνάντηση	Μέθοδος	Περιεχόμενο
1 ^η	Δια ζώσης	Εισαγωγική συνάντηση
2 ^η	Εξ αποστάσεως	NET & Διδακτική της NET
3 ^η	Εξ αποστάσεως	Εκπαίδευση STEM & Ενοποίηση των πεδίων
4 ^η –8 ^η	Εξ αποστάσεως	Σχεδιασμός STEM τεχνουργμάτων
9 ^η –10 ^η	Δια ζώσης / εξ αποστάσεως	Υλοποίηση STEM τεχνουργμάτων & Διαμοιρασμός γνώσεων & δεξιοτήτων
11 ^η -12 ^η	Εξ αποστάσεως	Σχεδιασμός STEM διδασκαλιών
13 ^η	Δια ζώσης	Διαμοιρασμός/ Επίδειξη STEM τεχνουργμάτων
Εφαρμογή στις σχολικές τάξεις & Διεξαγωγή έκθεσης		

Συλλογή & Ανάλυση Δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων περιλαμβάνει:

- α) τις απομαγνητοφωνήσεις των συναντήσεων της ΚΜ, καθώς και των ασύγχρονων συζητήσεων στην διαδικτυακή πλατφόρμα/forum,
- β) το παραχθέν διδακτικό υλικό,
- γ) αρχικό ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου σχετικά με την ενοποίηση των πεδίων και
- δ) συνεντεύξεις αναστοχασμού.

Για την ανάλυση των συζητήσεων, των συνεντεύξεων καθώς και του παραγόμενου διδακτικού υλικού/σχεδίων STEM διδασκαλιών, θα χρησιμοποιηθούν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου (Mayring, 2014), με σκοπό να αναγνωριστούν μοτίβα με επαγωγικό τρόπο σχετικά με τις προσεγγίσεις στη διδασκαλία STEM από τους εκπαιδευτικούς. Αναφορικά με την ενοποίηση των πεδίων, θα γίνει ποιοτική ανάλυση με απαγωγικό τρόπο χρησιμοποιώντας τα μοντέλα ενοποίησης των Ring et al. (2017). Παράλληλα, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των εκπαιδευτικών στις σύγχρονες/ασύγχρονες συζητήσεις θα κωδικοποιηθούν και θα

ποσοτικοποιηθούν κάνοντας χρήση της Επιρροής (Νιτυράκης & Σταύρου, 2018) ως μονάδα ανάλυσης και θα αναλυθούν χρησιμοποιώντας Ανάλυση Δικτύων (Borgatti et al., 2018).

3. Αποτελέσματα

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας είναι σε εξέλιξη. Μια πρώτη αποτίμηση αποτελεσμάτων δείχνει ότι το γνωστικό και επιστημολογικό υπόβαθρο των εκπαιδευτικών, η διδακτική εμπειρία και η εμπειρία συμμετοχής σε STEM projects επηρέασαν τα μοντέλα ενοποίησης των εκπαιδευτικών. Παρ' όλ' αυτά, μεγάλο μέρος των εκπαιδευτικών αντιμετώπισαν δυσκολίες στη ρητή αναγνώριση των διασυνδέσεων μεταξύ των πεδίων στο διδακτικό υλικό. Ακόμα, αναφορικά με την ενσωμάτωση της Τεχνολογίας, πολλοί εκπαιδευτικοί θεώρησαν μεγάλης σημασία το να ενταχθούν ψηφιακές τεχνολογίες στο διδακτικό υλικό, αλλά ταυτόχρονα θεωρήθηκε ένα απαιτητικό εγχείρημα για τους μη-ειδικούς σε αυτήν.

4. Συμπεράσματα

Γενικότερα, εκτιμάται ότι το γνωστικό υπόβαθρο των εκπαιδευτικών και ο επιστημολογικός προσανατολισμός τους, θα επηρεάσει σε σημαντικό βαθμό τις προσεγγίσεις τους στην Εκπαίδευση STEM αλλά και το βαθμό ενοποίησης των πεδίων που πραγματοποιούν. Επιπλέον, εκτιμάται ότι θα υπάρξει κάποια συσχέτιση του βαθμού καθοδήγησης (leadership) των μελών στην ΚΜ με τον βαθμό ενοποίησης των πεδίων που πραγματοποιούν τα αντίστοιχα μέλη και με συγκριτικά πιο ενημερωμένες διεπιστημονικές STEM προσεγγίσεις.

5. Βιβλιογραφία

- Νιτυράκης, Α., & Σταύρου, Δ. (2018). Μελέτη των Αλληλεπιδράσεων Φοιτητών σε Κοινότητα Μάθησης με αντικείμενο την Εκπαίδευση σε Εργαστήρια με Μικροϋπολογιστικά Συστήματα. Στο Σ. Ασημόπουλος (εκδ.), *Πρακτικά 2ου Συνεδρίου Νέων Ερευνητών Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σελ. 123-126). Αγριά Βόλου, 2-4 Απριλίου, 2018. ISSN 2623-3622
- Νιτυράκης, Α., & Σταύρου, Δ. (2019, υπό έκδοση): *Παραγωγή Διδακτικού Υλικού σε Εργαστήρια με Μικροϋπολογιστικά Συστήματα από Μελλοντικούς Εκπαιδευτικούς Α/θμιας Εκπαίδευσης*. Πρακτικά 11ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Φλώρινα, 19-21 Απριλίου 2019.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C. (2018). *Analyzing social networks*. Sage Publications Ltd.
- Kähkönen, A. L., Laherto, A., Lindell, A., & Tala, S. (2016). Interdisciplinary Nature of Nanoscience: Implications for Education. In: K. Winkelmann, B. Bhushan (Eds.), *Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education* (pp. 35-81). Springer, Cham. ISBN 978-3-319-31833-2.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11. DOI:10.1186/S40594-016-0046-Z.
- 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. (2014). Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution. Monograph, Klagenfurt, Austria.
- Ring, E. A., Dare, E. A., Crotty, E. A., & Roehrig, G. H. (2017). The evolution of teacher conceptions of STEM education throughout an intensive professional development experience. *Journal of Science Teacher Education*, 28(5), 444-467. DOI:10.1080/1046560X.2017.1356671.
- Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395. <https://doi.org/10.29333/ejmste/83676>.
- Van Dijk, E. M., & Kattmann, U. (2007). A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 23(6), 885-897. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.05.002>

Οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής στο εκπαιδευτικό υλικό για τις δυνάμεις σε σχολικά εγχειρίδια Φυσικής της Β΄ Γυμνασίου

Μαργαρίτα Παπακωνσταντίνου¹ & Μιχαήλ Σκουμιός²

¹Υποψήφια Διδάκτωρ, ²Αναπληρωτής Καθηγητής
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Έχει υποστηριχθεί ότι η κατανόηση των ιδεών και των εννοιών των Φυσικών Επιστημών εδράζεται στην εμπλοκή των μαθητών με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής. Όμως, η έρευνα που μελετά τις πρακτικές που εμπλέκονται στα σχολικά εγχειρίδια είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Η εργασία αυτή διερευνά τις πρακτικές που εμπλέκονται στις αναφορές και τις δραστηριότητες για τις δυνάμεις που περιλαμβάνονται σε σχολικά εγχειρίδια Φυσικής της Β΄ Γυμνασίου (βιβλίο μαθητή και εργαστηριακός οδηγός). Οι 61 αναφορές και δραστηριότητες που εντοπίστηκαν αναλύθηκαν με τη χρήση μιας κλίμακας διαβαθμισμένων κριτηρίων που αξιολογεί το επίπεδο εμπλοκής των πρακτικών σε αυτές. Η ανάλυση επέτρεψε να αποτυπωθεί το χαμηλό επίπεδο εμπλοκής των πρακτικών στο υλικό που αναλύθηκε.

Abstract

It has been suggested that the understanding of science ideas and concepts is based on the engagement of students in science and engineering practices. However, the research relevant to the practices engaged in instructional materials is very limited. This study investigates the practices engaged in units and activities on the forces of the middle school physics textbooks (grade 8). The 61 reports and activities identified were analyzed using a rubric that assesses the level of engagement of practices in them. The analysis revealed that the material analyzed had a low level of engagement in practices.

1. Εισαγωγή

Τα σχολικά εγχειρίδια εξακολουθούν να αποτελούν το κύριο μέσο για τη διδασκαλία στο σχολείο (Davis et al., 2016). Επιδρούν άμεσα στη μάθηση των μαθητών, καθώς οι μαθητές αλληλεπιδρούν με αυτά (Braswell et al., 2001) και επηρεάζουν έμμεσα τη μάθηση των μαθητών μέσω των επιδράσεων τους στους εκπαιδευτικούς (Reys et al., 2003). Τα σχολικά εγχειρίδια λοιπόν έχουν σημαντικές επιπτώσεις στη μάθηση των μαθητών και για αυτό το λόγο η ανάλυσή τους έχει αποτελέσει αντικείμενο ερευνών.

Σύμφωνα με το νέο πλαίσιο για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες του Εθνικού Συμβουλίου Έρευνας των Η.Π.Α., η κατανόηση των ιδεών και των εννοιών των Φυσικών Επιστημών από τους μαθητές εδράζεται στην εμπλοκή τους με τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής (National Research Council [NRC], 2012). Οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής είναι οι πρακτικές με τις οποίες εμπλέκονται οι επιστήμονες καθώς μελετούν και κατασκευάζουν μοντέλα και θεωρίες για τον φυσικό κόσμο (Next Generation Science Standards [NGSS] Lead States, 2013). Για την εκπαίδευση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, έχουν προταθεί οι ακόλουθες πρακτικές (NRC, 2012): (α) υποβολή ερωτήσεων και καθορισμός προβλημάτων, (β) ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, (γ) σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων, (δ) ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, (ε) χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης, (στ) συγκρότηση εξηγήσεων και σχεδίαση λύσεων,

(ζ) εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που βασίζεται σε αποδεικτικά στοιχεία και (η) απόκτηση, αξιολόγηση και επικοινωνία των πληροφοριών.

Παρόλο που είναι ιδιαίτερα εκτεταμένη η έρευνα που εστιάζει στην ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα του κειμένου και της εικονογράφησης τους (Devetak & Vogrinc, 2013, Kesidou & Roseman, 2002), είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η έρευνα που διερευνά το βαθμό στον οποίο εμπλέκονται οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής στις αναφορές και τις δραστηριότητες των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών.

2. Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής που εμπλέκονται στο κεφάλαιο των δυνάμεων των σχολικών εγχειριδίων Φυσικής της Β΄ Γυμνασίου. Πιο συγκεκριμένα, η εργασία επιδιώκει να απαντήσει στο ακόλουθο ερευνητικό ερώτημα: ποιο είναι το επίπεδο εμπλοκής των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής που υπεισέρχονται στις αναφορές και τις δραστηριότητες για τις δυνάμεις του βιβλίου μαθητή και του εργαστηριακού οδηγού Φυσικής της Β΄ Γυμνασίου; Αρχικά, εντοπίστηκαν οι αναφορές και οι δραστηριότητες (μονάδες ανάλυσης) που περιλαμβάνονται στο βιβλίο μαθητή και στον εργαστηριακό οδηγό Φυσικής της Β΄ τάξης του Γυμνασίου, στο κεφάλαιο των δυνάμεων. Στη συνέχεια, καθορίστηκε το εργαλείο ανάλυσης του εκπαιδευτικού υλικού, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των δεδομένων και η εξαγωγή των συμπερασμάτων.

Το δείγμα της έρευνας απετέλεσαν οι μονάδες ανάλυσης του κεφαλαίου των δυνάμεων του σχολικού εγχειριδίου της Β΄ Γυμνασίου. Κάθε αναφορά (τμήμα κειμένου με ολοκληρωμένο νόημα) και κάθε δραστηριότητα (πρόβλημα, ερώτηση, εργαστηριακή άσκηση) θεωρήθηκε ως μονάδα ανάλυσης. Καταμετρήθηκαν συνολικά 61 μονάδες ανάλυσης.

Πίνακας 1: Τα επίπεδα της πρακτικής που αφορά στη σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων στο εκπαιδευτικό υλικό.

Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2	Επίπεδο 3
	Το εκπαιδευτικό υλικό παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να διεξάγουν διερευνήσεις, αλλά	Το εκπαιδευτικό υλικό παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να σχεδιάζουν ή να διεξάγουν διερευνήσεις για τη συλλογή δεδομένων.	Το εκπαιδευτικό υλικό παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να σχεδιάζουν και να διεξάγουν διερευνήσεις για τη συλλογή δεδομένων.
Το εκπαιδευτικό υλικό δεν παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να σχεδιάζουν ή να διεξάγουν διερευνήσεις.	αυτές οι ευκαιρίες είναι συνήθως καθοδηγούμενες από το εκπαιδευτικό υλικό. Δεν αποσαφηνίζεται ότι πρέπει να παρθούν αποφάσεις σχετικά με τις πειραματικές μεταβλητές ή τη μέθοδο διερεύνησης (π.χ. αριθμός δοκιμών)	Αυτές οι ευκαιρίες επιτρέπουν στους μαθητές να λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με πειραματικές μεταβλητές, ελέγχους και μεθόδους διερεύνησης (π.χ. αριθμός δοκιμών)	Αυτές οι ευκαιρίες επιτρέπουν στους μαθητές να λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με πειραματικές μεταβλητές, ελέγχους και μεθόδους διερεύνησης (π.χ. αριθμός δοκιμών)

Στην παρούσα εργασία διαμορφώθηκε ένα πλαίσιο ανάλυσης (μια κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων τεσσάρων επιπέδων) με βάση τα πλαίσια των McNeill et al. (2015), Alonzo (2013) και το Παράρτημα F των NGSS των τάξεων 6-8 (NGSS Lead States, 2013). Το πλαίσιο αυτό αξιολογεί το επίπεδο εμπλοκής κάθε πρακτικής των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής

στο εκπαιδευτικό υλικό. Όταν μια δραστηριότητα δεν παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν με μια πρακτική τότε εντάσσεται στο επίπεδο 0. Τα υπόλοιπα επίπεδα (1, 2 και 3) διαφοροποιούνται ανάλογα με το βαθμό εμπλοκής των πρακτικών στις δραστηριότητες και των πρωτοβουλιών που δίνονται στους μαθητές για την εφαρμογή αυτών των πρακτικών. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται το μέρος του πλαισίου ανάλυσης που αφορά σε μια πρακτική, αυτή της σχεδίασης και πραγματοποίησης διερευνήσεων.

Οι μονάδες ανάλυσης αναλύθηκαν ως προς τα επίπεδα εμπλοκής κάθε μιας από τις οκτώ πρακτικές, με βάση το πλαίσιο ανάλυσης. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε από δύο ερευνητές οι οποίοι εργάστηκαν ανεξάρτητα και οι διαφωνίες τους επιλύθηκαν μέσω συζήτησης.

Στη συνέχεια, προσδιορίστηκαν οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων των πρακτικών που εμπλέκονται στις αναφορές και τις δραστηριότητες που αναλύθηκαν.

3. Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των επιπέδων των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής, οι οποίες εμπλέκονται στο εκπαιδευτικό υλικό που αναλύθηκε.

Πίνακας 2: Τα επίπεδα των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής που εμπλέκονται στις αναφορές και τις δραστηριότητες για τις δυνάμεις του βιβλίου μαθητή και του εργαστηριακού οδηγού Φυσικής της Β΄ Γυμνασίου.

Πρακτικές	Επίπεδο 0		Επίπεδο 1		Επίπεδο 2		Επίπεδο 3	
	f	%	F	%	f	%	f	%
Υποβολή ερωτήσεων και καθορισμός προβλημάτων	61	100	0	0	0	0	0	0
Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων	41	67,2	18	29,5	2	3,3	0	0
Σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων	59	96,7	2	3,3	0	0	0	0
Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων	59	96,7	2	3,3	0	0	0	0
Χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης	51	83,6	10	16,4	0	0	0	0
Συγκρότηση εξηγήσεων και σχεδίαση λύσεων	44	72,1	15	24,6	2	3,3	0	0
Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που βασίζεται σε αποδεικτικά στοιχεία	58	95,1	3	4,9	0	0	0	0
Απόκτηση, αξιολόγηση και επικοινωνία των πληροφοριών	59	96,7	2	3,3	0	0	0	0

4. Συμπεράσματα

Από την παρούσα εργασία προέκυψε ότι στις περισσότερες αναφορές και τις δραστηριότητες του κεφαλαίου των δυνάμεων του βιβλίου μαθητή και του εργαστηριακού οδηγού Φυσικής της Β΄ Γυμνασίου, δεν παρέχονται ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής. Είναι περιορισμένος ο αριθμός των αναφορών και

των δραστηριοτήτων στις οποίες παρέχονται ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν με πρακτικές οι οποίες όμως καθοδηγούνται από το εκπαιδευτικό υλικό χωρίς να δίνονται πρωτοβουλίες στους μαθητές. Σχεδόν απουσιάζουν αναφορές και δραστηριότητες στις οποίες να παρέχονται ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν με πρακτικές στις οποίες να δίνονται πρωτοβουλίες στους μαθητές να λαμβάνουν αποφάσεις.

Η εργασία αυτή εστιάστηκε στη διερεύνηση των πρακτικών που εμπλέκονται σε ένα κεφάλαιο του βιβλίου μαθητή και του εργαστηριακού οδηγού Φυσικής της Β΄ Γυμνασίου. Προκειμένου να σχηματιστεί μια πληρέστερη εικόνα των πρακτικών με τις οποίες εμπλέκονται οι μαθητές είναι αναγκαίο να αναλυθούν όλα τα κεφάλαια των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

5. Βιβλιογραφία

- Alonzo, A. C. (2013). *What can be learned from current large-scale assessment programs to inform assessment of the Next Generation Science Standards?* Paper commissioned by the K12 Center at ETS, Educational Testing Service, Austin, TX.
Available: <http://www.ets.org/Media/Research/pdf/alonzo.pdf>
- Braswell, J. S., Lutkus, A. D., Grigg, W. S., Santapau, S. L., Tay-Lim, B., & Johnson, M. (2001). *The Nation's Report Card: Mathematics 2000*, Washington, D.C.: National Center for Education Statistics. Available: <https://nces.ed.gov/nationsreportcard/pdf/main2000/2001517.pdf>
- Davis, E., Janssen, F., & Van Driel, J. (2016). Teachers and science curriculum materials: where we are and where we need to go. *Studies in Science Education*, 52(2), 127- 160.
<https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1161701>
- Devetak I., & Vogrinc J. (2013). The criteria for evaluating the quality of the science textbooks, In M. S. Khine (Ed.) *Critical analysis of science textbooks: evaluating instructional effectiveness* (pp. 3-15), Dordrecht: Springer. ISBN 978-94-007-4168-3
- Kesidou, S., & Roseman, J. E. (2002). How well do middle school science programs measure up? Findings from Project 2061's curriculum review. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 522-549. <https://doi.org/10.1002/tea.10035>
- McNeill, K. L., Katsh-Singer, R., & Pelletier, P. (2015). Assessing science practices. Moving your class along a continuum. *Science Scope*, 39(4), 21-28. https://doi.org/10.2505/4/ss15_039_04_21
- National Research Council [NRC] (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
<https://doi.org/10.17226/13165>.
- NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>.
- Reys, R., Reys, B., Lapan, R., Holliday, G., & Wasman, D. G. (2003). Assessing the Impact of Standards-Based Middle Grades Mathematics Curriculum Materials on Student Achievement. *Journal for Research in Mathematics*, 34(1), 74-95. DOI:10.2307/30034700

Η αναπλαισίωση του επιστημονικού γραμματισμού από τη φιλοσοφία των φυσικών επιστημών: το παράδειγμα του εκπαιδευτικού μετασχηματισμού της θεωρίας του χάους και της πολυπλοκότητας σε σχολείο δεύτερης ευκαιρίας φυλακών

Άννα Τζαμπάζη¹, Φανή Σέρογλου²

¹Καθηγήτρια Φυσικής σε ΔΔΕ και ΣΔΕ, Υποψήφια Διδακτόρισα,

²Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Ερευνητική ομάδα ATLAS (A Teaching and Learning Approach for Science)
Ερευνητικό εργαστήριο ψηφιακής ανάλυσης και εκπαιδευτικού σχεδιασμού DIDES
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια διδακτική εφαρμογή βασισμένη στη θεωρία του χάους και της πολυπλοκότητας, αναπλαισιωμένη από τη φιλοσοφία των φυσικών επιστημών και τη θεωρία της μετασχηματίζουσας μάθησης. Ως πεδίο της εφαρμογής επιλέχθηκε το σχολείο δεύτερης ευκαιρίας της φυλακής Διαβατών, γιατί η συνθήκη εγκλεισμού και η επιλογή της (επαν)ένταξης ενός ενήλικα στην εκπαιδευτική διαδικασία αποτελούν από μόνα τους σημείο καμπής στην πορεία της ανθρώπινης ζωής. Αξιοποιώντας τις δυνατότητες που προσφέρει η φιλοσοφική προσέγγιση μιας σύγχρονης επιστημονικής θεωρίας, ενήλικες εκπαιδευόμενοι παρακινούνται και ενθαρρύνονται στο πλαίσιο του επιστημονικού γραμματισμού να επεξεργαστούν κριτικά, να προβληματιστούν και να αναστοχαστούν τη δυναμική επιστημονικών εννοιών, όπως απροσδιοριστία, πιθανολογική αιτιότητα, χαοτική συλλογικότητα.

Abstract

In this paper we present a case study on the theory of chaos and complexity, reframed by philosophy of science and the theory of transformative learning. The case study took place in the Second Chance School of Diavata prison, as both the incarceration and the choice of educational (re)integration made by an adult are a critical point in human life. Exploiting the philosophical approach of a contemporary scientific theory, adult learners are motivated and encouraged for scientific literacy to think critically, wonder and reflect on the dynamic of scientific concepts, like indeterminacy, probabilistic causality, chaotic collectivity.

1. Εισαγωγή

Η θεωρία του χάους και της πολυπλοκότητας αποτέλεσε επανάσταση στον χώρο της επιστήμης διατρέχοντας οριζόντια όλα τα πεδία της, θετικών, αλλά και κοινωνικών και ανθρωπιστικών επιστημών. Ανέτρεψε τον τρόπο προσέγγισης και ερμηνείας της φυσικής πραγματικότητας και η εφαρμογή της επεκτάθηκε σε πολλά πεδία της ανθρώπινης δραστηριότητας και της καθημερινής ζωής.

Ωστόσο, ο τρόπος θεώρησης του φυσικού κόσμου σε γνωσιολογικό, αλλά και οντολογικό επίπεδο, στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών των φυσικών επιστημών της τυπικής δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παραμένει προσηλωμένος στην κλασική φυσική και τη μηχανιστική κοσμοαντίληψη, από την οποία αυτή εμφορείται, αφήνοντας έξω το σύνολο των πεδίων της σύγχρονης φυσικής (σχετικότητα, κβαντομηχανική, πολυπλοκότητα και χάος). Η

αφαίρεση και η εξιδανίκευση εξακολουθούν να διδάσκονται και να νοούνται από τους μαθητές και τις μαθήτριες ως αυτονόητα μεθοδολογικά θεμέλια των φυσικών θεωριών και η εμπειρικά διαπιστωμένη πολυπλοκότητα, καθώς και η ανακύπτουσα αβεβαιότητα, παραγνωρίζονται και αποδίδονται στην ελλιπή ή ανακριβή γνώση του συνόλου των παραμέτρων των φυσικών διαδικασιών. Τις τελευταίες δεκαετίες πλήθος ερευνών στη διδακτική των φυσικών επιστημών καταδεικνύουν τη συνεισφορά της διδακτικής διαπραγμάτευσης του χάους και της πολυπλοκότητας στον επιστημονικό γραμματισμό και διερευνούν τρόπους και μέσα εισαγωγής των εκπαιδευόμενων σε μια πιο ρεαλιστική και σύγχρονη αντίληψη για τον φυσικό κόσμο (πιθανολογική αιτιότητα, απροσδιοριστία ως δομικό και ενδογενές στοιχείο της φύσης) και απομάκρυνσης από τα ιδεώδη της βεβαιότητας, της προβλεψιμότητας, της σταθερότητας, της ισορροπίας και του μηχανιστικού ντετερμινισμού (Duit et al., 1997; Stavrou et al., 2013; Yoon et al., 2018).

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ο εκπαιδευτικός μετασχηματισμός της θεωρίας του χάους και της πολυπλοκότητας στο 3^ο σχολείο δεύτερης ευκαιρίας (ΣΔΕ) Θεσσαλονίκης (φυλακών Διαβατών). Πρόκειται για μια ποιοτική προσέγγιση τεσσάρων στοιχείων της συγκεκριμένης θεωρίας (Briggs & Peat, 2001; Μιχαηλίδης & Μπούνης, 2017; Prigogine, 1996), χωρίς κανενός είδους μαθηματικό φορμαλισμό, τα οποία αναπλαισιώθηκαν από τη φιλοσοφία των φυσικών επιστημών: (α) πολύπλοκο σύστημα - χαοτική συλλογικότητα, (β) δύναμη της αδυναμίας - φαινόμενο πεταλούδας, (γ) κρίσιμα σημεία, (δ) τάξη μέσα από το χάος: αυτοοργάνωση και φράκταλ. Τέθηκαν κυρίως μεταγνωσιακοί στόχοι με βάση τη θεωρία της μετασχηματίζουσας μάθησης, ενώ η επιλογή και ο σχεδιασμός της εφαρμογής έγιναν με βάση τις ανάγκες των εκπαιδευόμενων (Σταύρου, 2013) και τις ιδιαιτερότητες του εκπαιδευτικού πλαισίου. Η συνθήκη εγκλεισμού και η επιλογή της (επαν)ένταξης ενός ενήλικα στην εκπαιδευτική διαδικασία αποτελούν από μόνα τους σημείο καμπής στην πορεία της ανθρώπινης ζωής, σε αναλογία με την κρίσιμη φάση ενός πολύπλοκου συστήματος, η οποία διακρίνεται από συσσώρευση τυχαίων διακυμάνσεων και αστάθειας, ανοίγοντας μια πολλαπλότητα ενδεχόμενων καταστάσεων για την εξέλιξη του συστήματος.

2. Μεθοδολογία

Εκπαιδευτική συνθήκη: Η κοινωνική διάσταση του επιστημονικού γραμματισμού στα ΣΔΕ

Η διδακτική εφαρμογή με τίτλο «Το χάος στην επιστήμη και τη ζωή» πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του θερινού σχολείου στο 3^ο ΣΔΕ Θεσσαλονίκης (φυλακών Διαβατών) το φθινόπωρο του 2019. Υλοποιήθηκε σε 2 διαφορετικές ομάδες εκπαιδευόμενων, 8 και 14, αντρών αλλοδαπών στην πλειονότητα, σε 15 ώρες κατανεμημένες σε 5 μέρες κάθε φορά.

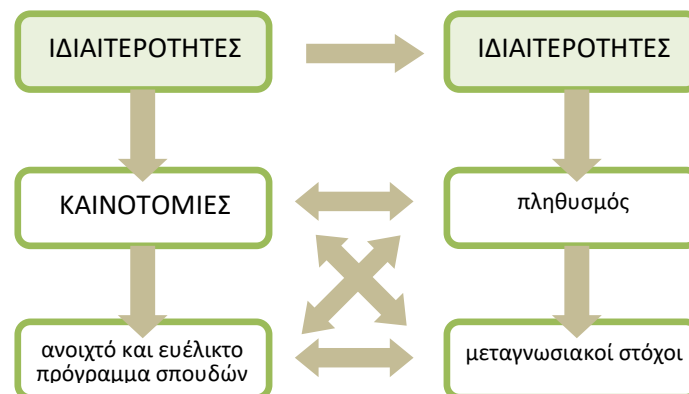
Τα ΣΔΕ αποτελούν κομμάτι της μη τυπικής εκπαίδευσης ενηλίκων και ταυτόχρονα υπάγονται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, αφού παρέχουν τίτλο σπουδών ισότιμο με το απολυτήριο γυμνασίου σε ενήλικες, που εγκατέλειψαν ή δεν ξεκίνησαν τις γυμνασιακές σπουδές τους. Αντιμετωπίζουν, επομένως, τον κοινωνικό αποκλεισμό και την υποεκπαίδευση και διαχειρίζονται τα αποτελέσματά τους, τη σχολική αποτυχία και τη σχολική διαρροή. Ο πληθυσμός τους έχει μια, τουλάχιστον, από τις παρακάτω ανάγκες: εύρεσης ή βελτίωσης συνθηκών εργασίας, κοινωνικής (επαν)ένταξης, προσωπικής και κοινωνικής καταξίωσης.

Τα σχολεία δεύτερης ευκαιρίας που λειτουργούν σε φυλακές αποτελούν μια ακόμη πιο ιδιαίτερη και δύσκολη εκπαιδευτική συνθήκη (Magos, 2014; Warner, 2007). Τα κίνητρα των εγκλειστών εκπαιδευόμενων για να ενταχθούν στο σχολικό περιβάλλον είναι ο ευεργετικός υπολογισμός της ποινής, η «απόδραση» από το ασφυκτικό περιβάλλον της φυλακής και η ανάγκη να γεμίσει ο νεκρός χρόνος. Οι ιδιαιτερότητες του σχολικού περιβάλλοντος σε φυλακή: η συνθήκη εγκλεισμού (στέρηση ελευθερίας, αυτονομίας, ιδιωτικότητας), οι ψυχολογικές επιπτώσεις (άγχος, κατάθλιψη, ιδρυματοποίηση, αίσθημα αποτυχίας) και οι χαμηλές γλωσσικές

δεξιότητες (πλειονότητα αλλοδαποί που έρχονται στο σχολείο για εκμάθηση ελληνικής γλώσσας).

Λόγω των ιδιοτήτων αυτών των σχολείων -πληθυσμός και επαγόμενη ανάγκη για γραμματισμό (αντί μαθημάτων)- οι προδιαγραφές που τέθηκαν για τη λειτουργία τους εισάγουν δυο ριζοσπαστικές καινοτομίες, μοναδικές στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, που εκφράζουν τον ιδιαίτερο κοινωνικό ρόλο αυτών των σχολείων: (1) ανοιχτό και ευέλικτο πρόγραμμα σπουδών, που συντάσσεται με βάση τις ανάγκες των εκάστοτε εκπαιδευομένων και (2) διεπιστημονική προσέγγιση της γνώσης με στόχο τη διαμόρφωση θετικής άποψης για τη μάθηση και την ανάπτυξη μεταγνωσιακών και κοινωνικών δεξιοτήτων και στάσεων που διαπλέκονται με την καθημερινή πραγματικότητα των εκπαιδευομένων, προκειμένου να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις για τη συμμετοχή των εκπαιδευομένων στην πολιτική, οικονομική και πολιτιστική ζωή ως ενεργά μέλη της κοινωνίας, καθώς και για την καλλιέργεια της κριτικής σκέψης και συνειδητοποίησης (Freire, 1973). Έτσι, η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στα ΣΔΕ προσεγγίζει την επιστημονική γνώση ποιοτικά, νοηματοδοτώντας φυσικές έννοιες και επιστημονικές θεωρίες και συνδέοντάς τις με τις ανάγκες και τα προβλήματα της πραγματικής ζωής. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται γέφυρες ανάμεσα στις φυσικές επιστήμες, τον πολιτισμό, την κοινωνία και την ανθρώπινη ιστορία (Μαρκόπουλος κ.ά., 2017; Ladyman, 2002). Τίθενται, επομένως, στόχοι, που συμβάλλουν στον επιστημονικό γραμματισμό των εκπαιδευομένων (Σέρογλου, 2006).

Σχήμα 1: Ιδιαιτερότητες των σχολείων δεύτερης ευκαιρίας



Στα σχολεία δεύτερης ευκαιρίας βρίσκεται σε μεγάλο βαθμό απήχηση η θεωρία της μετασχηματίζουσας μάθησης, που θεμελιώθηκε από τους Freire και Mezirow. Για τον Freire η εκπαιδευτική διαδικασία εντάσσεται στο πολιτικοοικονομικό περιβάλλον και καθίσταται μέσο για την κριτική συνειδητοποίηση των κοινωνικών προβλημάτων. Η προσωπική ενδυνάμωση και η κοινωνική χειραφέτηση είναι διαδικασίες αλληλένδετες και η εκπαίδευση δεν μπορεί να είναι μια ουδέτερη διαδικασία (Freire, 1973). Ο Mezirow εστιάζει στον τρόπο με τον οποίο μπορούν οι ενήλικες να εμπλακούν σε μια διαδικασία επαναξιολόγησης και αλλαγής στάσεων και αξιών μέσα από αμφισβήτηση και κριτικό στοχασμό για ιδέες και πρακτικές, που έχουν άκριτα ενστερνιστεί (Mezirow, 1991).

Ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων έγινε με τεχνικές της ανακαλυπτικής μάθησης (χωρίς *a priori* ορισμούς) και αξιοποίηση της βιωματικής εμπειρίας και οι εκπαιδευόμενοι εργάστηκαν ομαδοσυνεργατικά. Χρησιμοποιήθηκαν φύλλα εργασίας, πρακτικές ασκήσεις (αναζήτηση ακρίβειας, προβλήματα μετρητικά και υπολογιστικά, παράδοξο ακτογραμμής), προσομοιώσεις πολύπλοκων συστημάτων, ιστορικές και ψηφιακές αφηγήσεις (κοινωνικά και ιστορικά παραδείγματα), απλά λογισμικά από τον συσσωρευτή εκπαιδευτικού περιεχομένου Φωτόδεντρο (<http://photodentro.edu.gr>) (Η λογιστική επαναληπτική διαδικασία και ο καιρός, Τυχαίοι αριθμοί και το παιχνίδι του χάους, Επαναληπτικές διαδικασίες: σπείρες, Συστήματα

επαναλαμβανόμενων συναρτήσεων, *Fractals* - χιονονιφάδα του Koch, Δενδροειδείς κατασκευές, Φυσικά *Fractals*-Μη συμπαγείς σφαίρες διάφορα υλικά). Στο τέλος της εφαρμογής οι εκπαιδευόμενοι σχεδίασαν μια σειρά από ερωτήσεις και μοιράστηκαν σκέψεις και εντυπώσεις συνομιλώντας με εκπαιδευτικούς του σχολείου. Η προσπάθεια αυτή αποτυπώθηκε σε μια μικρού μήκους ταινία:

(https://www.youtube.com/watch?v=A-BOUVGpPxx&t=5s&ab_channel=3οΣΔΕΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ).

3. Αποτελέσματα

Οι διδακτικές πρακτικές σχεδιάστηκαν και αξιολογήθηκαν με το μεθοδολογικό εργαλείο 2CHANCE model, το οποίο αναπτύχθηκε για να διευκολύνει το έργο μελλοντικών και εν ενεργεία εκπαιδευτών ενηλίκων στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών σε σχολεία δεύτερης ευκαιρίας. Το μοντέλο αυτό προσεγγίζει τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών μέσα από το ακόλουθο τρίπτυχο: (α) ψυχοπαιδαγωγικά, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες και τις προσδοκίες του ενήλικα εκπαιδευόμενου, (β) φιλοσοφικά, δημιουργώντας το πλαίσιο για τον επιστημονικό γραμματισμό μέσα από τη θέαση όψεων της φύσης των φυσικών επιστημών και (γ) κοινωνικοπολιτικά, προσφέροντας το έδαφος για μια διαδικασία κριτικού αναστοχασμού με στόχο τον μετασχηματισμό στάσεων και αξιών.

Με βάση το μεθοδολογικό εργαλείο 2CHANCE model οι διδακτικές πρακτικές και το υλικό της εφαρμογής θα αξιολογηθούν με ποιοτικές μεθόδους ανάλυσης περιεχομένου και στη συνέχεια θα γίνει συγκριτική μελέτη με βάση το ερευνητικό μοντέλο GNOSIS ανάδειξης των όψεων της φύσης των φυσικών επιστημών (Seroglou & Aduriz-Bravo, 2007).

Πίνακας 1: Μεθοδολογικό εργαλείο 2CHANCE model

2CHANCE model				
	διάσταση	αναφορά	περιεχόμενο	
γιατί;	ανδραγωγική	εκπαίδευση ενηλίκων	➤ συνθήκη ➤ ωφελιμότητα	➤ απηχεί ανάγκες ➤ σέβεται εμπόδια ➤ ενισχύει αυτοπεποίθηση
πώς;	φιλοσοφία φυσικών επιστημών	επιστημονικός γραμματισμός (NOS)	➤ προσέγγιση ➤ κίνητρο	➤ έλεγχος αξιοπιστίας πληροφοριών ➤ ορθολογική προσέγγιση και διαχείριση ➤ επιχειρηματολογία και επαγωγικός συλλογισμός ➤ αμφισβήτηση απόλυτης αλήθειας ➤ κριτική σκέψη
μετά;	κοινωνικοπολιτικό και πολιτισμικό πλαίσιο	μετασχηματίζουσα μάθηση	➤ αξιολόγηση	➤ κριτικός αναστοχασμός ➤ μετασχηματισμός αντιλήψεων ➤ μετασχηματισμός στάσεων ➤ μετασχηματισμός αξιών

4. Συμπεράσματα

Η βασική επιδίωξη στον συγκεκριμένο εκπαιδευτικό μετασχηματισμό ήταν να τεθούν οι έγκλειστοι εκπαιδευόμενοι ενώπιον ενός αποπροσανατολιστικού διλήμματος, ώστε να πυροδοτηθεί μια αίσθηση εσωτερικής κρίσης και κλονισμού για πρότερες βεβαιότητες. Η μετασχηματιστική διαδικασία έγκειται στη συνειδητοποίηση ότι η ζωή μας βρίσκεται ήδη στο χάος, όχι περιστασιακά, αλλά συνέχεια, και στην προσπάθεια κατανόησης του χάους, με στόχο να αλλάξει ο τρόπος που αντιμετωπίζουμε τον εαυτό μας και τη ζωή.

Τα ποιοτικά αποτελέσματα της διδακτικής εφαρμογής ήταν αρκετά ενθαρρυντικά. Μη ειδικοί ενήλικες έγκλειστοι διευκολύνθηκαν και παρακινήθηκαν να επεξεργαστούν επιστημονικές έννοιες και να αναστοχαστούν δύσκολα θέματα στάσεων και αξιών.

5. Βιβλιογραφία

- Μαρκόπουλος, Ι. Ν., Σέρογλου, Φ., Aduriz-Bravo, A., Τζαμπάζη, Α., Παπαδόπουλος, Π., Βουρλιάς, Κ., Κουλούντζος, Β., Λέτση, Α., Γέντζη, Ε., Τσαρτσιώτου, Ζ., Χατζίκου, Σ., Πανάτσα, Ν. (2017). *Ανοίγοντας την Επιστήμη στην Κοινωνία: η Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην επιστημονική, πολιτισμική και ηθική της διάσταση*. University Studio Press, Θεσσαλονίκη. ISBN: 978-960-12-2361-2
- Μιχαηλίδης, Τ., Μπούνης Α. (2017). *Μιλώντας στην Αθηνά για το χάος και την πολυπλοκότητα*. Πατάκης, Αθήνα. ISBN 9789601677781
- Σέρογλου, Φ. (2006). Φυσικές επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη. Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο. ISBN: 9789606647345
- Σταύρου, Δ. (2013). Μη γραμμικά δυναμικά συστήματα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 6(1-2), 49-66. ISSN: 1792-8796
- Briggs, J., Peat, D. (2001). *Μια αιρετική άποψη για το Χάος στην καθημερινή μας Ζωή*. Τραυλός, Αθήνα. ISBN: 9789607990341
- Duit, R., Komorek, M., Wilbers, J. (1997). Studies on Educational Reconstruction of Chaos Theory. *Research in Science Education*, 27(3), 339-357. <https://doi.org/10.1007/BF02461758>
- Freire, P. (1973). *Education for Critical Consciousness*. Seabury Press, New York. ISBN: 978-1780937816
- Ladyman, J. (2002). *Understanding Philosophy of Science*. Routledge, London. ISBN 0-415-22157-9
- Magos, K. (2014). Reflections behind bars. Transformative learning inside the prison. In D. Andritsakou and L. West (Eds) *Proceedings of the International Conference of European Society for Research on the Education of Adults "What's the point of Transformative Learning?"* (pp. 209-218). Athens. https://www.academia.edu/download/45459740/V.GALATA__2014__Opportunities_and_Constraints_of_Transformative_Learning.pdf#page=227
- Mezirow, J. (1991). *Transformative Dimensions of Adult Learning*. Jossey-Bass, San Francisco. ISBN: 978-1-555-42339-1
- Prigogine, I. (1996). *La Fin de la Certitudes*. Odile Jacob, Paris. ISBN: 978-2738103307
- Seroglou, F. & Aduriz-Bravo, A. (2007). Designing and evaluating nature-of-science activities for teacher education. *On-line proceedings of the 9th International History, Philosophy and Science Teaching Conference*, 24-28 June 2007 Calgary, Canada. <http://www.ucalgary.ca/ihpst07>
- Stavrou, D., Assimopoulos, S., Skordoulis, C. (2013). A unit on deterministic chaos for student teachers. *Physics Education*, 48(3), 355-359. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/48/3/355>
- Warner, K. (2007). Against the narrowing of perspectives: how do we see learning, prison and prisoners? *Journal of Correctional Education*, 58(2), 170-183. <https://www.jstor.org/stable/23282735>
- Yoon, S., Goh, S., Park, M. (2015). Teaching and Learning about Complex Systems in K-12 Science Education: A Review of Empirical Studies 1995-2015. *Review of Educational Research*, 88(2), 285-325. <https://doi.org/10.3102/0034654317746090>

Ανίχνευση εννοιών και μοντέλων για τη Γενετική στον λόγο μαθητών και εκπαιδευτικών: αρχικά ευρήματα

Δέσποινα Τσόπογλου - Γκίνα¹ & Πηνελόπη Παπαδοπούλου²

¹Υποψήφια Διδάκτορας, ²Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Στους πρωταρχικούς στόχους της εκπαίδευσης διεθνώς, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει ο επιστημονικός γραμματισμός, με σημαντικό τον γραμματισμό σε θέματα γενετικής. Το πλαίσιο της παρούσας έρευνας αποτελεί η διερεύνηση των αντιλήψεων μαθητών και εκπαιδευτικών για την έννοια του γονιδίου και τη λειτουργία του. Με βάση την ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε στη παγκόσμια βιβλιογραφία, καθώς και τη μετα-ανάλυση των αποτελεσμάτων ώστε να ανιχνευθούν τα πέντε ιστορικά πολλαπλά μοντέλα για το γονίδιο και τη λειτουργία του (Μεντελικό, κλασικό, βιοχημικό-κλασικό, νεοκλασικό, σύγχρονο μοντέλο) σε αυτές, διενεργήθηκαν πιλοτικές συνεντεύξεις με μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ώστε να διαμορφωθεί ερευνητικό εργαλείο ανίχνευσης των μοντέλων στις αντιλήψεις μαθητών και εκπαιδευτικών.

Abstract

Scientific literacy is considered, internationally, one of the fundamental goals of education, with genetic literacy being a crucial part of it. The framework of the present study focuses on investigating of students' and educators' conceptions on the gene and its function, under the prism of the five historical models describing them; Mendelian, classical, biochemical-classical, neoclassical, modern. Based on the findings an extensive literature review and the meta-analysis followed, pilot interviews were conducted to secondary education students in order to develop a research tool to trace in students' and educators' conceptions the five historical models for the gene and its function.

1. Εισαγωγή

Σε μια κοινωνία εμποτισμένη με επιστημονικά και τεχνολογικά επιτεύγματα που αποτελούν μεγάλο μέρος της σύγχρονης καθημερινότητας, οι πολίτες καλούνται να συμμετέχουν σε δημοκρατικές διαδικασίες λήψεων αποφάσεων που συχνά διέπονται από βαθιά κατανόηση της επιστήμης. Συνεπώς, είναι καίρια η συμπερίληψη των βασικών εννοιών και δυνατοτήτων που προσφέρουν τα σύγχρονα επιστημονικά επιτεύγματα, στην εκπαίδευση των μαθητών για τον μελλοντικό τους ρόλο ως πολίτες (Gericke & Hagberg, 2010a). Μία σημαντική πτυχή του επιστημονικού αυτού γραμματισμού καταλαμβάνει ο τομέας της γενετικής, εφόσον ο σύγχρονος πολίτης καλείται να αντιμετωπίσει ζητήματα που σχετίζονται με την γονιδιακή θεραπεία, τον γονιδιακό έλεγχο, την αναπαραγωγή, την κληρονομικότητα, τη συμπεριφορά, αλλά ακόμα και πιο κοινωνικά θέματα όπως αυτά που αφορούν την καταγωγή και τη φυλή (Ahmed et al., 2018; Aldahmash et al., 2012; Stern & Kampourakis, 2017). Στη σημασία αυτών των κοινωνικο-επιστημονικών ζητημάτων ως κίνητρο μάθησης των φυσικών επιστημών και ιδιαίτερα στη διδασκαλία της βιολογίας αναφέρεται και ο Γιασεμής στη διδακτορική του διατριβή (2011), όπου αναφέρει ότι «η καλύτερη γνώση της βασικής [στη γενετική] έννοιας του γονιδίου θα μπορούσε να συνδέεται με καλύτερη κατανόηση των τεχνικών της βιοτεχνολογίας και εν συνεχεία με έκφραση στάσης των μαθητών με βάση τη γνώση». Έτσι, οι κοινωνικοπολιτισμικές διδακτικές προσεγγίσεις υιοθετούν τον επιστημονικό γραμματισμό και οι στόχοι της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες επικεντρώνονται εκτός από την απόκτηση επιστημονικών

γνώσεων, απόκτηση δεξιοτήτων όπως η συνεργασία, η ικανότητα επιχειρηματολογίας και η κριτική στάση.

Εκτός από αναπόσπαστο κομμάτι της σύγχρονης βιολογίας, η γενετική, αποτελεί και σημαντικό μέρος των αναλυτικών προγραμμάτων της δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (Agorram et al., 2010; Dorji et al., 2017; Gericke & Hagberg, 2007). Παρά την κεντρική θέση της, όμως, στην εκπαίδευση, συνιστά μία από τις πιο προβληματικές θεματικές της βιολογίας, αφού περιλαμβάνει εννοιολογικές και γλωσσολογικές δυσκολίες για τους μαθητές, όπως έχει αποδειχθεί από έρευνες ανά τον κόσμο (Gericke & Hagberg, 2007). Αποτέλεσμα των δυσκολιών αυτών είναι οι μαθητές να αποκτούν εναλλακτικές αντιλήψεις ή παρανοήσεις για έννοιες της γενετικής, που ενισχύονται από την χαμηλή ποιότητα και έλλειψη συνοχής των διδακτικών εγχειριδίων και τα προβλήματα στο μετασχηματισμό της επιστημονικής σε σχολική γνώση από τους εκπαιδευτικούς. Επομένως, αναγνωρίζεται η αναγκαιότητα να επανεξετασθεί το περιεχόμενο των αναλυτικών προγραμμάτων παγκοσμίως (Aivelo & Uitto, 2015), με απαραίτητη προϋπόθεση τη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών και εκπαιδευτικών (Osman et al., 2017).

Όσον αφορά στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, έχουν πραγματοποιηθεί εργασίες κυρίως σε επίπεδο μεταπτυχιακών διπλωματικών και διδακτορικών διατριβών (Αλεξόπουλος, 2015; Γιασεμής, 2011; Κεμεντσιετζίδου, 2009; Κουμπάρου κ.α., 2011; Φόλλας, 2017) που μελετούν τις αντιλήψεις μαθητών της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, και τα αποτελέσματά τους έρχονται σε συμφωνία με τα παγκόσμια δεδομένα, αναγνωρίζοντας μια εννοιολογική σύγχυση σε σχέση με τις έννοιες της γενετικής.

Σκοπός της παρούσας έρευνας αποτελεί η ανίχνευση των επιστημολογικών χαρακτηριστικών των ιστορικών μοντέλων για το γονίδιο και τη λειτουργία του (όπως τα ανέπτυξαν οι Gericke και Hagberg (2007) (Μεντελικό, κλασικό, βιοχημικό-κλασικό, νεοκλασικό και σύγχρονο) και τα οποία αναπαριστούν όλο το εύρος της εννοιολογικής ποικιλότητας της έννοιας και λειτουργίας του γονιδίου (Gericke & Hagberg, 2010b) στο λόγο των μαθητών και εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Αποτελεί την εν εξελίξει πιλοτική έρευνα, που είναι αρχικό στάδιο για την κατασκευή κατανοητού και προσιτού ερευνητικού εργαλείου (ερωτηματολογίου) διερεύνησης των αντιλήψεων των μαθητών και εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για το γονίδιο και τη λειτουργία του.

2. Μεθοδολογία

Ο ερευνητικός σχεδιασμός της πιλοτικής αυτής φάσης της έρευνας πραγματοποιήθηκε στο ευρύτερο πλαίσιο της Θεωρητικής Δειγματοληψίας σκοπιμότητας (Glaser & Strauss, 1967; Ίσαρη & Πουρκός, 2015), η οποία επιτρέπει τον εμπλουτισμό δεδομένων και την παράλληλη ανάλυσή τους κατά την διεξαγωγή της έρευνας. Με αυτόν τον τρόπο αποσκοπούμε στην ενδελεχή και εις βάθος μελέτη του λόγου των πληροφορητών/τριών, έως ότου επιτευχθεί ο θεωρητικός κορεσμός, το κριτήριο λήξης της δειγματοληψίας, που στην προκειμένη περίπτωση είναι μια πλήρης λίστα εκφράσεων για τα επιστημολογικά χαρακτηριστικά από τους πληροφορητές/τριες.

Έτσι, διενεργήθηκαν πιλοτικές συνεντεύξεις με πέντε μαθήτριες (Α και Γ' Λυκείου) και δύο Βιολόγους εκπαιδευτικούς, ώστε να ανιχνευτούν στον λόγο τους τα επιστημολογικά χαρακτηριστικά των ιστορικών μοντέλων για το γονίδιο και τη λειτουργία του. Οι συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν στο σχολικό περιβάλλον των μαθητριών, σε τάξη που παραχωρήθηκε στην ερευνήτρια για τον σκοπό αυτό. Ο οδηγός των ημι-δομημένων συνεντεύξεων αναπτύχθηκε με βάση τα επιστημολογικά χαρακτηριστικά των μοντέλων όπως αυτά παρουσιάζονται από τους Gericke et al. (2013), με βάση αυτό των Venville και Treagust (1998). Ήταν δομημένο σε τρεις βασικές κατηγορίες ερωτημάτων: εισαγωγικές ερωτήσεις για την κληρονομικότητα, ερωτήσεις για τη γενετική δομή και ερωτήσεις για τις γενετικές διαδικασίες.

Ακόμα, οι συνεντεύξεις (διάρκειας 8-18 λεπτών) ηχογραφήθηκαν, απομαγνητοφωνήθηκαν και αναλύθηκαν από δύο αναλυτές, ώστε να αντιστοιχηθούν οι απαντήσεις των συμμετεχόντων με τα επιστημολογικά χαρακτηριστικά των ιστορικών μοντέλων για το γονίδιο και τη λειτουργία του.

3. Αποτελέσματα

Στις συνεντεύξεις των μαθητριών της Α' Λυκείου ανιχνεύθηκαν συνολικά 11 μονάδες ανάλυσης, σε αυτές των μαθητριών Γ' Λυκείου 42 και στις εκπαιδευτικούς 12. Ο μέσος όρος επιστημολογικών χαρακτηριστικών ανά μονάδα ανάλυσης ήταν υψηλότερος στις συνεντεύξεις των εκπαιδευτικών, καλύπτοντας σχεδόν πάντα το σύνολο των 6 κατηγοριών των χαρακτηριστικών. Αντίστοιχα, ο μέσος όρος για τα αποτελέσματα των συνεντεύξεων των μαθητριών κυμαινόταν στα 4 επιστημολογικά χαρακτηριστικά ανά μονάδα ανάλυσης για την Α' Λυκείου και 4,4 για την Γ' Λυκείου. Η ανάλυση των 7 συνεντεύξεων είχε ως αποτέλεσμα την ανίχνευση μέρους των επιστημολογικών χαρακτηριστικών, με πολλά από τα μοναδικά χαρακτηριστικά των ιστορικών μοντέλων να μην αντιπροσωπεύονται, όπως αυτά του σύγχρονου μοντέλου.

Πίνακας 1: Αποσπάσματα λόγου πληροφορητών/τριών συνεντεύξεων και η αντιστοίχισή τους με τα επιστημολογικά χαρακτηριστικά των ιστορικών μοντέλων για το γονίδιο και τη λειτουργία του.

Απόσπασμα συνέντευξης	Επιστημολογικά χαρακτηριστικά
Μαθήτρια Γ' Λυκείου: «Η αλληλουχία του DNA, ουσιαστικά το χρωμόσωμα είναι αλληλουχίες DNA οι οποίες όταν ..εε.. μεταγραφούν και μεταφραστούν ..εε.. κάποια τμήματα του DNA, όχι όλο το DNA..εε..θα εκφραστεί είτε φαινοτυπικά , βασικά φαινοτυπικά .»	Το γονίδιο είναι ένα τμήμα DNA. Το μοντέλο έχει οντότητες στο μακρο-, κυτταρικό- και μοριακό επίπεδο. - Η λειτουργία του γονιδίου ορίζεται από κάτω προς τα πάνω (bottom-up). Υπάρχει διαχωρισμός μεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου, με χρωμοσωμική εξήγηση. Υπάρχει επαγωγική ερμηνεία από το μακρο- επίπεδο στο μοριακό επίπεδο.
Εκπαιδευτικός: « Γονίδιο είναι η ελάχιστη μονάδα αποθήκευσης της γενετικής πληροφορίας . Είναι ένα κομματάκι DNA με συγκεκριμένη αλληλουχία νουκλεοτιδίων, αυτό με την πορεία της γονιδιακής έκφρασης, θα καταλήξει να δώσει συνήθως μία πρωτεΐνη , η οποία με τη σειρά της συνδέεται με την εμφάνιση ενός χαρακτηριστικού σε έναν οργανισμό .»	Το γονίδιο είναι φορέας και/ή μονάδα πληροφορίας Το μοντέλο έχει οντότητες στο φαινότυπο και στο μοριακό επίπεδο. Η αντιστοιχία μεταξύ ενός γονιδίου και μιας γονιδιακής λειτουργίας είναι ένα-προς-ένα Η λειτουργία του γονιδίου ορίζεται από κάτω προς τα πάνω (bottom-up). Υπάρχει διαχωρισμός μεταξύ γενοτύπου και φαινοτύπου με ένα ένζυμο ως διαμεσολαβητή. Υπάρχει επαγωγική ερμηνεία από το μακρο- επίπεδο στο μοριακό επίπεδο.

Σχόλιο: Με έντονη γραφή δηλώνονται τα σημεία με λέξεις-κλειδιά που αποδόθηκαν στα επιστημολογικά χαρακτηριστικά.

4. Συμπεράσματα

Η αρχική φάση αυτής της πιλοτικής ποιοτικής έρευνας ανέδειξε τα ζητούμενα αποτελέσματα που αφορούν στην ανίχνευση των επιστημολογικών χαρακτηριστικών των ιστορικών μοντέλων για το γονίδιο και τη λειτουργία του. Παράλληλα, τα αποτελέσματα της ανάλυσης των

συνεντεύξεων υποδεικνύουν την αναγκαιότητα διεύρυνσης της ποιοτικής έρευνας, με σκοπό τον εμπλουτισμό των ευρημάτων, και κατά συνέπεια και του συνόλου των επιστημολογικών χαρακτηριστικών. Ακόμα, απαραίτητη κρίνεται η εστίαση στα μοναδικά χαρακτηριστικά των μοντέλων, καθώς αυτά αποτελούν εύκολα αναγνωρίσιμα στοιχεία των μοντέλων, χαρακτηριστικό καίριο για την διερεύνηση των αντιλήψεων μαθητών και εκπαιδευτικών στην επόμενη φάση της έρευνας.

Όσον αφορά τους/τις πληροφορητές/τριες των συνεντεύξεων, οι μονάδες ανάλυσης των μαθητριών της Γ' Λυκείου και των εκπαιδευτικών παρείχαν περισσότερη λεπτομέρεια στην πληροφορία, γεγονός που αναμένεται και με βάση το τρέχον αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών για την Γενετική στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση που περιορίζεται κυρίως στο μάθημα της Βιολογίας για την Ομάδα Προσανατολισμού Σπουδών Υγείας. Στην μικρή παρουσία θεμάτων Γενετικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, προστίθεται και η απουσία του σύγχρονου μοντέλου για το γονίδιο, προσανατολίζοντας την στόχευση των επόμενων συνεντεύξεων στις μεγαλύτερες ηλικίες του Λυκείου και στους εκπαιδευτικούς.

5. Ευχαριστίες

Η παρούσα ερευνητική εργασία εμπίπτει στα πλαίσια έργου, που συγχρηματοδοτείται από την Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση», στο πλαίσιο της Πράξης «Ενίσχυση του ανθρώπινου ερευνητικού δυναμικού μέσω της υλοποίησης διδακτορικής έρευνας» (MIS-5000432), υλοποιούμενο από το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών (ΙΚΥ).

6. Βιβλιογραφία

- Αλεξόπουλος, Π. (2015). *Η κατανόηση της ροής της γενετικής πληροφορίας από τους μαθητές της Γ' Γυμνασίου* [Αδημοσίευτη Διπλωματική εργασία]. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/frontend/file/lib/default/data/1315551/theFile>
- Γιασεμής, Η. (2011). *Μελέτη γνώσεων και στάσεων μαθητών λυκείου έναντι θεμάτων βιοτεχνολογίας και γενετικής* [Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή]. Πανεπιστήμιο Πατρών. <http://hdl.handle.net/10442/hedi/31967>
- Ίσαρη, Φ., Πουρκός, Μ. (2015). *Ποιοτική μεθοδολογία έρευνας*. Εκδ. Κάλλιπος. ISBN: 978-960-603-455-8. <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/5826>
- Κεμεντσιετζίδου, Σ. Ε. (2009). *Διερεύνηση γνώσεων, απόψεων και στάσεων μαθητών Μέσης Εκπαίδευσης Δυτικής Θεσσαλονίκης, σε θέματα Γενετικής και Βιοτεχνολογίας*. [Αδημοσίευτη Διπλωματική Εργασία]. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Κουμπάρου, Ε., Κυριακούδη, Μ., & Αθανασίου, Κ. (2011). Εξέλιξη των ιδεών των Ελλήνων μαθητών για τη Γενετική και την Κληρονομικότητα. Στο Παπαγεωργίου, Γ. & Κουντουριώτης, Γ. (εκδ). *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες*, σελ. 414-421. Αλεξανδρούπολη. DOI: 10.13140/RG.2.1.2219.4081
- Φόλλας, Θ. (2017). *Εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στη Γενετική* [Αδημοσίευτη Διπλωματική εργασία]. [Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο. https://apothesis.eap.gr/handle/repo/35718](https://apothesis.eap.gr/handle/repo/35718)

- Agorram, B., Clement, P., Selmaoui, S., Khzami, S. E., Chafik, J., & Chiadli, A. (2010). University students' conceptions about the concept of gene: Interest of historical approach. *US-China Education Review*, 7(2), 9–15. ISSN 1548-6613, USA9.
- Ahmed, M. A., Opatola, Y. M., Yahaya, L., & Sulaiman, M. M. (2018). Identification of Alternative Conceptions of Genetics held by Senior School Students in Ilorin, Nigeria, Using a Three-Tier Diagnostic Test. *KIU Journal of Social Sciences*, 4(1), 97–104. ISSN 2519-0474. <http://www.ijhumas.com/ojs/index.php/kiujoss/article/view/222>
- Aivelo, T., & Uitto, A. (2015). Genetic determinism in the Finnish upper secondary school biology textbooks. *Nordic Studies in Science Education*, 11(2), 139–152. <https://doi.org/10.5617/nordina.2042>.
- Aldahmash, A. H., Alshaya, F. S., & Asiri, A. A. (2012). Secondary school students' Alternative conceptions about genetics. *Electronic Journal of Science Education*, 16(1). <http://ejse.southwestern.edu/article/view/7401>
- Dorji, K., Tshering, P., & Dorji, U. (2017). Understanding of Genetic Entities: Exploration of Bhutanese Students' Conceptual Status. *Rabsel - the CERD Educational Journal*, 18(2), 11-25
- Gericke, N., & Hagberg, M. (2007). Definition of historical models of gene function and their relation to students' understanding of genetics. *Science & Education*, 16(7–8), 849–881. <https://doi.org/10.1007/s11191-006-9064-4>
- Gericke, N., & Hagberg, M. (2010a). Conceptual Incoherence as a Result of the use of Multiple Historical Models in School Textbooks. *Research in Science Education*, 40(4), 605–623. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9136-y>
- Gericke, N., & Hagberg, M. (2010b). Conceptual Variation in the Depiction of Gene Function in Upper Secondary School Textbooks. *Science & Education*, 19(10), 963–994. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9262-y>
- Gericke, N., Hagberg, M., & Jorde, D. (2013). Upper Secondary Students' Understanding of the Use of Multiple Models in Biology Textbooks - The Importance of Conceptual Variation and Incommensurability. *Research in Science Education*, 43(2), 755–780. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9288-z>
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Chicago: Aldine Publishing. ISBN: 978-0202302607.
- Osman, E., BouJaoude, S., & Hamdan, H. (2017). An Investigation of Lebanese G7-12 Students' Misconceptions and Difficulties in Genetics and Their Genetics Literacy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(7), 1257–1280. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9743-9>
- Stern, F., & Kampourakis, K. (2017). Teaching for genetics literacy in the post-genomic era. *Studies in Science Education*, 53(2), 193–225. <https://doi.org/10.1080/03057267.2017.1392731>
- Venville, G. J., & Treagust, D. F. (1998). Exploring conceptual change in genetics using a multidimensional interpretive framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(9), 1031–1055. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199811\)35:9<1031::AID-TEA5>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199811)35:9<1031::AID-TEA5>3.0.CO;2-E)

Έννοιες, αναπαραστάσεις και μοντέλα για τη γενετική και τις βιοτεχνολογικές εφαρμογές στα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια βιολογίας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Ακριβή Χρηστίδου¹, Αναστασία Στάμου² & Πηνελόπη Παπαδοπούλου³

¹Υποψήφια διδάκτορας, ^{2,3}Αναπληρώτρια Καθηγήτρια,

^{1,3}Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, ²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Σκοπός της διδακτορικής διατριβής είναι η καταγραφή του τρόπου που παρουσιάζονται οι έννοιες του γονιδίου και των λειτουργιών του στο σύνολο των ελληνικών διδακτικών εγχειριδίων βιολογίας. Αρχικά, χρησιμοποιήθηκαν τα πέντε ιστορικά γονιδιακά μοντέλα (Μεντελικό, Κλασικό, Βιοχημικό-κλασικό, Νεοκλασικό, Σύγχρονο) ως εργαλείο ανάλυσης για να προσδιοριστεί το είδος των μοντέλων που αναπαριστούν τη γονιδιακή λειτουργία στα διδακτικά εγχειρίδια. Έπειτα, εφαρμόστηκε η κριτική ανάλυση λόγου ώστε να βρεθούν οι λογικο-σημασιολογικές σχέσεις ανάμεσα στις παραγράφους και τη διαδοχή των γονιδιακών μοντέλων στα κείμενα της γενετικής. Έπεται η σημειωτική ανάλυση των εικόνων στις ενότητες της γενετικής.

Abstract

The aim of the doctoral thesis is to record how the gene concept is presented in Greek biology textbooks. Initially, the five historical gene models (Mendelian, Classical, Biochemical, Neoclassical, Modern) were used as an analysis tool to determine the type of models that represent gene function in textbooks. Afterwards, critical discourse analysis adopted to find the logico-semantic relationships among paragraphs and the succession of gene models in genetic texts. Semantic analysis of the images in the genetic topics is following.

1. Εισαγωγή

Τα διδακτικά εγχειρίδια συμβάλλουν καταλυτικά στη διδασκαλία των επιστημών καθώς η υψηλή ποιότητα τους μπορεί να βελτιώσει τη μάθηση μαθητών. Αντίθετα, η ανεπαρκής παρουσίαση των επιστημονικών ιδεών δύναται να ενισχύει τις εναλλακτικές αντιλήψεις. Η ανάλυση περιεχομένου των διδακτικών εγχειριδίων αποτελεί σημαντικό κλάδο της διεθνούς έρευνας.

Η εξέλιξη της κατανόησης της έννοιας του γονιδίου και των λειτουργιών του από τους ερευνητές έχει ομαδοποιηθεί σε πέντε ιστορικά μοντέλα: Μεντελικό, Κλασικό, Βιοχημικό-κλασικό, Νεοκλασικό και Σύγχρονο (Gericke & Hagberg, 2007). Πιο συγκεκριμένα, στο Μεντελικό μοντέλο, το γονίδιο αναφέρεται ως χαρακτηριστικό ή αλληλόμορφο, που εντοπίζεται σε ορισμένο γενετικό τόπο και χρησιμοποιείται στη Μεντελική γενετική. Στο Κλασικό μοντέλο, το γονίδιο αποτελεί πληροφορία, είναι συνώνυμο της νουκλεοτιδικής ακολουθίας, παρέχει οδηγίες, εκφράζεται και ρυθμίζεται, και απαντάται στη μοριακή βιολογία. Στο Βιοχημικό-κλασικό μοντέλο, το γονίδιο παρουσιάζεται ως παράγοντας ή DNA που αλληλεπιδρά, διπλασιάζεται και μετατοπίζεται, στο πεδίο της γενωμικής. Στο Νεοκλασικό μοντέλο, ως ρυθμιστής, το DNA ελέγχει και κατευθύνει την έκφραση στην αναπτυξιακή βιολογία. Τέλος, στο Σύγχρονο μοντέλο, το γονίδιο ή αλληλόμορφο χρησιμοποιείται ως

δείκτης που εμφανίζεται σε ορισμένες συχνότητες, μπορεί να είναι σταθερό ή να προστίθεται, και συναντάται στη γενετική πληθυσμών.

Σε διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας και χημείας, Δευτεροβάθμιας και Πανεπιστημιακής εκπαίδευσης, διαφόρων χωρών, χρησιμοποιήθηκαν από ορισμένους ερευνητές τα ιστορικά γονιδιακά μοντέλα ως εργαλείο ανάλυσης για να προσδιοριστεί το είδος των μοντέλων που αναπαριστούν τη γονιδιακή λειτουργία. Βρέθηκε ότι, στα διδακτικά εγχειρίδια της Σουηδίας και της Βραζιλίας κυριότερος αντιπρόσωπος είναι το Νεοκλασικό μοντέλο, ενώ στα διδακτικά εγχειρίδια αγγλόφωνων χωρών αναγνωρίζεται συχνά και το Βιοχημικό-κλασικό (Gericke & Hagberg, 2010a; 2010b; Santos et al., 2012). Στα φινλανδικά διδακτικά εγχειρίδια συχνότερο είναι το Μεντελικό μοντέλο (Aivelo & Uitto, 2015). Τα χαρακτηριστικά του Σύγχρονου μοντέλου, σε όλες τις μελέτες, είναι περιορισμένα στα διδακτικά εγχειρίδια.

Καθώς η αντίστοιχη εκπαιδευτική έρευνα στην Ελλάδα ήταν περιορισμένη, το ερευνητικό ενδιαφέρον της παρούσας διδακτορικής διατριβής επικεντρώνεται στην ανάλυση περιεχομένου των ελληνικών διδακτικών εγχειριδίων βιολογίας, ως προς τον τρόπο παρουσίασης της έννοιας του γονιδίου και των λειτουργιών του και τα αποτελέσματα αναμένεται να προσφέρουν κατευθύνσεις προόδου για την αναδιαμόρφωση των ενοτήτων της γενετικής. Ο σκοπός συγκεκριμενοποιείται στα εξής ερευνητικά ερωτήματα, από τα οποία τα Α και Β έχουν απαντηθεί, ενώ θα διερευνηθεί το Γ:

- A.i. Ποια ιστορικά γονιδιακά μοντέλα παρουσιάζονται σε κάθε ένα από τα επτά ελληνικά διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας καθώς και στο σύνολο τους;
- A.ii. Κυριαρχεί κάποιο από τα ιστορικά γονιδιακά μοντέλα; Πώς διαφοροποιείται η παρουσία τους ανάλογα με το περιεχόμενο;
- A.iii. Από ποια επιμέρους επιστημολογικά χαρακτηριστικά συγκροτούνται τα ιστορικά γονιδιακά μοντέλα που εντοπίζονται στο σύνολο των ελληνικών διδακτικών εγχειριδίων βιολογίας;
- B.i. Ποια συμπεράσματα προκύπτουν από τη γλωσσική επεξεργασία των ιστορικών γονιδιακών μοντέλων που εντοπίζονται στα ελληνικά διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας;
- B.ii. Ποια είναι η διαδοχή και η σύνδεση των ιστορικών γονιδιακών μοντέλων μέσα στο κείμενο, σε επιλεγμένες θεματικές ενότητες γενετικής;
- B.iii. Πώς αντικατοπτρίζεται στη συνοχή και τη συνεκτικότητα του κειμένου η παράλληλη ύπαρξη πολλαπλών γονιδιακών μοντέλων που έχει βρεθεί από το ερευνητικό ερώτημα Α;
- Γ.i. Τι συμπεράσματα προκύπτουν από την σημειωτική ανάλυση των εικόνων;
- Γ.ii. Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά των εικονογραφικών στοιχείων;

2. Μεθοδολογία

Το υλικό που αναλύθηκε περιλαμβάνει τα επτά διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας που διδάσκονται στο ελληνικό σχολείο.

Για να απαντηθεί το 1^ο ερευνητικό ερώτημα και τα υποερωτήματά του, η ανάλυση περιεχομένου βασίστηκε στα επιμέρους επιστημολογικά χαρακτηριστικά των επτά κατηγοριών που περιγράφουν τα ιστορικά γονιδιακά μοντέλα και αφορούν τις σχέσεις δομής και λειτουργίας του γονιδίου, του οργανωτικού επιπέδου και της γονιδιακής λειτουργίας, του γενότυπου και του φαινότυπου, καθώς και των περιβαλλοντικών και γενετικών παραγόντων. Το κάθε επιμέρους χαρακτηριστικό αντιστοιχεί σε ένα ή περισσότερα ιστορικά μοντέλα, ενώ έχουν προσδιοριστεί και ορισμένα αταξινόμητα χαρακτηριστικά.

Στα κείμενα των εγχειριδίων εντοπίστηκαν άμεσες ή έμμεσες αναφορές στη γονιδιακή λειτουργία. Ως μονάδες ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν οι ενότητες που συγκροτούν το κάθε κεφάλαιο και δύναται να αποτελέσουν ημερήσιο μάθημα, 2-4 σελίδες. Βρέθηκε το πλήθος των

επιμέρους επιστημολογικών χαρακτηριστικών που αναγνωρίζονται μέσα στα εγχειρίδια και αυτά αντιστοιγήθηκαν στα ιστορικά γονιδιακά μοντέλα που περιγράφουν.

Για να απαντηθεί το 2^ο ερευνητικό ερώτημα και τα υποερωτήματά του, χρησιμοποιήθηκε η Κριτική Ανάλυση Λόγου ως πλαίσιο ανάλυσης. Διερευνήθηκαν οι λογικο - σημασιολογικές σχέσεις του κειμένου και ειδικότερα η διεύρυνση - expansion της σημασίας μιας αρχικής πρότασης: με επεξεργασία - elaboration μέσω προσδιορισμού, επαναδιατύπωσης και επεξήγησης, με επέκταση - extension μέσω προσθήκης και αντίθεσης, και με ενίσχυση - enhancement της πληροφορίας που μπορεί να εκφραστεί με χρονική, υποθετική, αιτιολογική, χωρική, παραχωρητική, ή διαδοχική σχέση (Ngonzo, 2018). Σε κάθε περίπτωση χρησιμοποιούνται κατάλληλες μεταβατικές λέξεις ή φράσεις.

Εξετάστηκε η σχέση μεταξύ των παραγράφων, το είδος μετάβασης της σχολικής πληροφορίας και η διαδοχή των γονιδιακών μοντέλων από την μία παράγραφο στην επόμενη, σε επιλεγμένα αποσπάσματα των εγχειριδίων της Β' και Γ' Γυμνασίου καθώς και της Γ' Λυκείου, της ομάδας προσανατολισμού θετικών σπουδών.

Για το 3^ο ερευνητικό ερώτημα, θα πραγματοποιηθεί σημειολογική ανάλυση της εικονογράφησης και κάθε είδους οπτικών αναπαραστάσεων των ελληνικών διδακτικών εγχειριδίων βιολογίας.

3. Αποτελέσματα

Η διερεύνηση του 1^{ου} ερευνητικού ερωτήματος έδειξε ότι τα επιστημολογικά χαρακτηριστικά του Βιοχημικού μοντέλου κυριαρχούν, ενώ εκείνα του Σύγχρονου μοντέλου είναι σπάνια, στο σύνολο των ελληνικών σχολικών εγχειριδίων βιολογίας. Η παρουσία των γονιδιακών μοντέλων εξαρτάται από το περιεχόμενο καθώς βρέθηκαν σε διαφορετικά ποσοστά ανάλογα με τα θέματα γενετικής που πραγματεύεται η κάθε ενότητα.

Το Βιοχημικό μοντέλο στα ελληνικά διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας εμφανίζεται κυρίως με τα κοινά του χαρακτηριστικά με τα υπόλοιπα ιστορικά μοντέλα. Όσο αφορά το Μεντελικό και το Σύγχρονο μοντέλο, αυτά επίσης βρέθηκαν, μόνον όμως μέσω των μη αποκλειστικών τους επιστημολογικών χαρακτηριστικών. Αντίθετα, τα αποκλειστικά χαρακτηριστικά του Κλασικού και του Νεοκλασικού μοντέλου υπάρχουν σε υψηλά ποσοστά.

Από την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε για το 2^ο ερευνητικό ερώτημα προκύπτει ότι οι μεταβάσεις μεταξύ των παραγράφων παρουσιάζουν ομοιομορφία, καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις γίνεται διαδοχικά η προσθήκη νέας πληροφορίας και μάλιστα συνήθως με πρόσθεση (extension - and). Αντίστοιχα με το περιεχόμενο, η προσθήκη ή αφαίρεση των γονιδιακών μοντέλων φαίνεται να γίνεται ομαλά και συμπληρωματικά, χωρίς ιδιαίτερες αντιφάσεις. Συνεπώς, τα μοντέλα προστίθενται αθροιστικά ως γνώση στον μαθητή.

4. Συμπεράσματα

Από τα έως τώρα αποτελέσματα προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα. Το Βιοχημικό μοντέλο που είναι πιο συχνό στα ελληνικά διδακτικά εγχειρίδια βιολογίας, όπως είναι γνωστό από τη βιβλιογραφία, περιλαμβάνει ορισμένες εσωτερικές ασυμβατότητες που ενδέχεται να συμβάλλουν στη δημιουργία εναλλακτικών αντιλήψεων στους μαθητές. Η περιορισμένη παρουσία του Σύγχρονου μοντέλου αντικατοπτρίζεται και στην απουσία χαρακτηριστικών για την επίδραση περιβαλλοντικών στοιχείων στη γονιδιακή λειτουργία. Η εννοιολογική ποικιλότητα του γονιδίου, φαίνεται να περιορίζεται και να οφείλεται κυρίως στο Κλασικό μοντέλο και στο Νεοκλασικό μοντέλο, που εμφανίζονται μέσω των μοναδικών τους χαρακτηριστικών. Προτείνεται λοιπόν, η αξιοποίηση του Σύγχρονου μοντέλου στην ύλη των διδακτικών εγχειριδίων καθώς και η ξεκάθαρη επεξήγηση της διαφοροποίησης της έννοιας του

γονιδίου και των λειτουργιών του ανάλογα με το ιστορικό μοντέλο που χρησιμοποιείται για να παρουσιαστεί η εκάστοτε θεματική ενότητα γενετικής.

Επιπλέον, η ποικιλομορφία στην παρουσίαση της έννοιας του γονιδίου στα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια βιολογίας, με πολλαπλά γονιδιακά μοντέλα, σε επίπεδο του κειμένου, δεν φαίνεται να περιέχει αντιφάσεις. Η χρήση των πολλαπλών γονιδιακών μοντέλων φαίνεται να εξυπηρετεί την ερμηνεία του ενός από το άλλο, με αποτέλεσμα τη συσσώρευση γνώσης. Άρα είναι πιθανό, η εννοιολογική ποικιλότητα να μη συμβάλλει στην ενίσχυση εναλλακτικών αντιλήψεων, κάτι που μπορεί να διαπιστωθεί μόνο με ανάλυση της πρόσληψης των κειμένων από μαθητές.

5. Ευχαριστίες

Η έρευνα του εκπονούμενου διδακτορικού χρηματοδοτείται από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας (ΓΓΕΤ) και το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛΙΔΕΚ).

6. Βιβλιογραφία

- Aivelo, T., & Uitto, A. (2015). Genetic determinism in the Finnish upper secondary school biology textbooks. *Nordic Studies in Science Education*, 11(2), 139–152.
<https://doi.org/10.5617/nordina.2042>.
- Gericke, N. M., & Hagberg, M. (2007). Definition of historical models of gene function and their relation to students' understanding of genetics. *Science & Education*, 16, 849–881.
<https://doi.org/10.1007/s11191-006-9064-4>
- Gericke, N. M., & Hagberg, M. (2010a). Conceptual incoherence as a result of the use of multiple historical models in school textbooks. *Research in Science Education*, 40(4), 605–623.
<https://doi.org/10.1007/s11165-009-9136-y>
- Gericke, N. M., & Hagberg, M. (2010b). Conceptual Variation in the Depiction of Gene Function in Upper Secondary School Textbooks. *Science & Education*, 19(10), 963–994.
<https://doi.org/10.1007/s11191-010-9262-y>
- Ngongo, M. (2018). Taxis and Logico-Semantic Relation in Undergraduate Students' English Theses Writing Text: A Systemic Functional Linguistics Approach, *Researchers world - journal of arts science and commerce*, 9(2), 146–152. DOI:10.18843/rwjasc/v9i2/19
- Santos, V. C., Joaquim, L. M., & El-Hani, C. N. (2012). Hybrid Deterministic Views about Genes in Biology Textbooks: A Key Problem in Genetics Teaching. *Science & Education*, 21(4), 543–578.
<https://doi.org/10.1007/s11191-011-9348-1>

Η Ομάδα ως Σύστημα Συνεργατικής Μάθησης στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση για την Αειφορία: Μια μελέτη με Ανάλυση Κοινωνικών Δικτύων

Χρήστος Χρυσανθόπουλος¹ & Πηνελόπη Παπαδοπούλου²

¹Υποψήφιος Διδάκτορας, ²Αναπληρώτρια Καθηγήτρια
Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη

Παρόλο που η συνεργατική μάθηση αποτελεί εγγενές χαρακτηριστικό της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης εντούτοις σπανίζουν οι μελέτες της σε αυτήν. Η καινοτομία της παρούσας έρευνας έγκειται στην μελέτη της συνεργατικής μάθησης στην περιβαλλοντική εκπαίδευση, με Ανάλυση Κοινωνικών Δικτύων (ΑΚΔ), που αποτελεί μία τεχνική διερεύνησης κοινωνικών συστημάτων η οποία στηρίζεται στην μαθηματική θεωρία δικτύων και γραφημάτων. Οι περιβαλλοντικές ομάδες λογίζονται ως κοινωνικά συστήματα συνεργατικής μάθησης, η δομή των οποίων θα αναλυθεί με δημιουργία και απεικόνιση δικτύων, υπολογισμό δικτυακών μεταβλητών, και έλεγχο συσχετίσεων δικτυακών και μη δικτυακών μεταβλητών, προκειμένου να διερευνηθούν «κρυμμένες» κοινωνικές σχέσεις, αλληλεπιδράσεις και επιρροές που αναπτύσσονται στο εσωτερικό τους.

Abstract

Although cooperative teaching and learning is an intrinsic feature of environmental education, such studies are rare. The innovation of the present research lies in the study of cooperative learning in environmental education with Social Network Analysis (SNA), a social systems investigation technique, based on the mathematical theory of networks and graphs. Environmental groups are regarded as cooperative learning social systems, whose structure will be analyzed by creating and visualizing networks, computing network variables, and testing network and non-network variables correlations, in order to investigate 'hidden' social relationships, interactions and influences that are developed inside them.

1. Εισαγωγή

Ο διεπιστημονικός χαρακτήρας της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και η επιτακτική ανάγκη της αειφορικής προσέγγισης των περιβαλλοντικών προβλημάτων στην εποχή μας, προσελκύει το ενδιαφέρον όλο και περισσότερων ερευνητών. Εγγενές χαρακτηριστικό της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης είναι η συνεργατική μάθηση. Όμως, ενώ έχει γίνει σημαντική έρευνα της εφαρμογής της συνεργατικής μάθησης σε διάφορα επιστημονικά πεδία, σπανίζουν οι μελέτες της στην περιβαλλοντική εκπαίδευση. Στην εποχή μας, πλήθος ποιοτικών και ποσοτικών μεθόδων έχουν αναπτυχθεί και λόγω της εξέλιξης της υπολογιστικής τεχνολογίας. Ένας ραγδαία αναδυόμενος τομέας ανάλυσης δεδομένων είναι η ανάλυση δικτύων που την τελευταία, ιδίως, δεκαετία έχει παρουσιάσει πληθώρα σημαντικών αποτελεσμάτων κατά τη μελέτη συστημάτων σε όλα σχεδόν τα επιστημονικά πεδία. Καθώς οι συνεργατικές ομάδες αποτελούν σύστημα (κοινωνικό σύστημα μάθησης), η ανάλυση δικτύων έχει εφαρμοστεί στην μελέτη της συνεργατικής μάθησης σε μερικά γνωστικά αντικείμενα, ενώ δεν έχει εφαρμοστεί στη μελέτη της συνεργατικής μάθησης στην περιβαλλοντική εκπαίδευση. Η αναγκαιότητα της παρούσας εργασίας βρίσκεται στο ότι έρχεται να καλύψει ένα μεγάλο κενό στην έρευνα της συνεργατικής μάθησης στο γνωστικό αντικείμενο της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, ιδίως στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού συστήματος της Ελλάδας. Η καινοτομία της έγκειται στη μελέτη

της συνεργατικής μάθησης μέσω της ανάλυσης της δομής και λειτουργίας των συνεργατικών περιβαλλοντικών ομάδων με εφαρμογή Ανάλυσης Κοινωνικών Δικτύων (ΑΚΔ). Το πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι η θεώρηση της περιβαλλοντικής ομάδας ως κοινωνικού συστήματος συνεργατικής μάθησης και η ανάλυσή της μέσω της ανάλυσης των κοινωνικών δικτύων στα οποία αποτυπώνονται οι κοινωνικές σχέσεις, αλληλεπιδράσεις και επιρροές που αναπτύσσονται στο εσωτερικό της κατά τη διάρκεια της συνεργατικής διδασκαλίας (Otte & Rousseau, 2002). Με την προσέγγιση αυτή ανιχνεύεται «κρυμμένη» πληροφορία στις σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των μελών των συνεργατικών ομάδων μάθησης, πράγμα που είναι δύσκολο να εντοπιστεί με άλλες μεθόδους, ανοίγοντας νέους ορίζοντες έρευνας στην περιβαλλοντική εκπαίδευση (Μπεκιάρη & Χασάναγας, 2016).

1.1 Σημασία της Συνεργατικής Μάθησης

Η συνεργατική μάθηση αναφέρεται σε μεθόδους διδασκαλίας στις οποίες οι μαθητές συνεργάζονται σε μικρές ομάδες για την ολοκλήρωση ομαδικών εργασιών και την επιτυχία κοινών στόχων βοηθώντας ο ένας τον άλλον να μάθουν (Slavin, 2014).

Η συνεργατική μάθηση ως διδακτική μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί και μελετηθεί σε κάθε μείζον θέμα, σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης (προσχολική έως τριτοβάθμια εκπαίδευση), σε όλα τα είδη σχολείων και σε διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα και χρησιμοποιείται από εκατοντάδες χιλιάδες εκπαιδευτικούς καθώς τυγχάνει ευρείας αναγνώρισης ως παιδαγωγική πρακτική η οποία προάγει την μάθηση και την κοινωνικοποίηση των μαθητών (Gillies, 2016; Slavin, 2014). Αποτελεί μία διδακτική μέθοδο ιδιαίτερος διαδεδομένη λόγω της δυνατότητάς της να βοηθά τους εκπαιδευτικούς όχι μόνο στη διδασκαλία του περιεχομένου του μαθήματος αλλά και στην καλλιέργεια κοινωνικών δεξιοτήτων που διαπερνούν το σχολικό πρόγραμμα σπουδών, έτσι ώστε οι μαθητές των σύγχρονων δημοκρατικών κοινωνιών να εκπαιδεύονται όχι μόνο στο περιεχόμενο των μαθημάτων αλλά και στις απαραίτητες κοινωνικές δεξιότητες που πρέπει να διαθέτει ένας δημοκρατικός πολίτης (Schul, 2011).

Το συνεργατικό περιβάλλον μάθησης της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης συμβάλλει θετικά στις γνώσεις, αντιλήψεις και στάσεις των μαθητών σε ποικίλα περιβαλλοντικά ζητήματα, όπως στο ζήτημα της κλιματικής αλλαγής (Devine-Wright, P. et al., 2004; Sellmann & Bogner, 2012; 2013) και σε ζητήματα οικολογίας και προστασίας της βιοποικιλότητας (Sattler & Bogner, 2017).

1.2 Ανάλυση Κοινωνικών Δικτύων

Η ΑΚΔ αποτελεί μια τεχνική για τη διερεύνηση των κοινωνικών δομών, η οποία στηρίζεται στη θεωρία δικτύων, θεωρώντας τις κοινωνικές δομές ως συστήματα, και τις σχέσεις που αναπτύσσονται στο εσωτερικό τους ως δίκτυα, με κόμβους τα μέλη τους που συνδέονται με δεσμούς (Otte & Rousseau, 2002). Εφαρμόζεται για την ποσοτική διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ των μερών ενός συστήματος, αναδεικνύοντας πολλές φορές «αόρατες» σχέσεις και ιεραρχίες που δεν μπορούν να γίνουν αντιληπτές με άλλες μεθόδους (Μπεκιάρη & Χασάναγας, 2016).

Από συναφείς μελέτες διαπιστώνεται ότι η ΑΚΔ είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την αποκάλυψη της δομής των κοινωνικών δικτύων των ομάδων συνεργατικής μάθησης (Hantian & Furong, 2011; Stamovlasis et al., 2006; Stepanyan et al., 2014). Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να αξιολογήσουν την ποιότητα της μαθησιακής διαδικασίας από τα χαρακτηριστικά συμμετοχής και να εντοπίσουν ποιοι εκπαιδευόμενοι, και για ποιο λόγο, δεν συμμετείχαν ενεργά στη διαδικασία μάθησης ώστε να βελτιώσουν στοχευμένα τη διδασκαλία τους (Hu & Zhao, 2016).

2. Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες: Στην έρευνα θα συμμετάσχουν μαθητές τάξεων δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης οι οποίοι τοποθετούμενοι σε ολιγομελείς ομάδες θα υλοποιήσουν ταυτόχρονα μονοήμερο πρόγραμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης σε Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (ΚΠΕ). Εργαλεία συλλογής δεδομένων: Για την συλλογή των δεδομένων θα συμπληρωθούν από τα μέλη των ομάδων:

1) Δικτυακά ερωτηματολόγια αποτύπωσης των μεταξύ τους κοινωνικών σχέσεων πριν και μετά την εκπαίδευση.

2) Μη δικτυακά ερωτηματολόγια:

α) καταγραφής ατομικών χαρακτηριστικών και περιβαλλοντικών γνώσεων πριν την εκπαίδευση και

β) καταγραφής περιβαλλοντικών γνώσεων, συναισθημάτων και στάσεων μετά την εκπαίδευση.

Εργαλεία ανάλυσης δεδομένων: Στο περιβάλλον του λογισμικού RStudio, θα πραγματοποιηθεί η δημιουργία και η ανάλυση των δικτύων, με την γλώσσα προγραμματισμού R και χρήση της βιβλιοθήκης Igraph της R, ενώ στο πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης SPSS και σε λογιστικά φύλλα του προγράμματος Excel θα πραγματοποιηθεί στατιστική ανάλυση δικτυακών και μη δικτυακών μεταβλητών.

Δημιουργία κοινωνικών δικτύων: Κάθε ερώτηση των δικτυακών ερωτηματολογίων αποσκοπεί στη δημιουργία ενός δικτύου που αντιστοιχεί σε ένα είδος κοινωνικής σχέσης που αναπτύσσεται μεταξύ των μελών κάθε ομάδας. Κάθε μέλος μιας ομάδας λογίζεται ως κόμβος κάθε δικτύου της, από την απάντηση του οποίου σε μία δικτυακή ερώτηση θα δημιουργηθεί μία σύνδεση του δικτύου της σχέσης που αντιστοιχεί στην ερώτηση αυτή, και από το σύνολο των αντίστοιχων απαντήσεων όλων των μελών της θα δημιουργηθεί το αντίστοιχο κοινωνικό δίκτυο της ομάδας αυτής. Τα δεδομένα των δικτυακών ερωτηματολογίων θα εισαχθούν στο λογισμικό RStudio, ως δεδομένα γραφημάτων σε πίνακες γειτνίασης στην R, με την οποία θα δημιουργηθούν και απεικονιστούν τα κοινωνικά δίκτυα κάθε ομάδας.

Υπολογισμός μεταβλητών: Από τα δεδομένα των πινάκων γειτνίασης, θα υπολογιστούν και απεικονιστούν με την R, στο RStudio, οι δικτυακές μεταβλητές (κοινωνικά χαρακτηριστικά) των μελών των ομάδων, ενώ από τις απαντήσεις των μη δικτυακών ερωτηματολογίων θα υπολογιστούν, στο Excel και στο SPSS, οι μη δικτυακές μεταβλητές (ατομικά χαρακτηριστικά, περιβαλλοντικές γνώσεις, συναισθήματα και στάσεις).

Επεξεργασία μεταβλητών: Τα δεδομένα των μεταβλητών θα εισαχθούν στο SPSS, όπου θα γίνει ανάλυση συσχετίσεων Spearman μεταξύ: δεδομένων δικτυακών μεταβλητών αρχικών και τελικών δικτύων, προκειμένου να εξεταστεί η επίδραση της συνεργατικής μάθησης στις συνεργατικές ομάδες, και δεδομένων δικτυακών και μη δικτυακών μεταβλητών, ώστε να διερευνηθούν οι πτυχές της προσωπικότητας των μελών των ομάδων σε σχέση με τις κοινωνικές σχέσεις που αναπτύσσουν στο πλαίσιο της συνεργατικής τους ομάδας. Δεδομένα συσχετίσεων, που θα προκύψουν από ανάλυση συσχετίσεων μεταξύ δικτυακών μεταβλητών, θα εισαχθούν στο RStudio, όπου θα δημιουργηθούν και αναλυθούν δίκτυα συσχετίσεων δικτυακών μεταβλητών, προκειμένου να διερευνηθούν τα χαρακτηριστικά των περιβαλλοντικών ομάδων συνεργασίας.

3. Βιβλιογραφία

Μπεκιάρη, Α., & Χασάναγας, Ν. (2016). *Κοινωνιολογική τομή στο εκπαιδευτικό σύστημα: “Εκκλειδώνοντας τις σχέσεις δύναμης.”* Θεσσαλονίκη: Αφοι Κυριακίδη. ISBN: 978-960-602-042-1.

- Devine-Wright, P., Devine-Wright, H., & Fleming, P. (2004). Situational influences upon children's beliefs about global warming and energy. *Environmental Education Research*, 10(4), 493–506. <https://doi.org/10.1080/1350462042000291029>
- Gillies, R. M. (2016). Cooperative Learning: Review of Research and Practice. *Australian Journal of Teacher Education*, 41(3), 39-54. <http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2016v41n3.3>
- Hantian, W., & Furong, W. (2011). Cooperative learning using social network analysis. *Communications in Computer and Information Science*, 235 CCIS (PART 5), 511–517. https://doi.org/10.1007/978-3-642-24022-5_81
- Hu, Y., & Zhao, F. (2016). A Social Network Analysis of Online Collaborative Learning Aspects in an Online Course. *Proceedings - 2016 International Symposium on Educational Technology, ISET 2016*, 3–7. <https://doi.org/10.1109/ISET.2016.30>
- Otte, E., & Rousseau, R. (2002). Social network analysis: A powerful strategy, also for the information sciences. *Journal of Information Science*, 28(6), 441–453. <https://doi.org/10.1177/016555150202800601>
- Sattler, S., & Bogner, F. X. (2017). Short- and long-term outreach at the zoo: cognitive learning about marine ecological and conservational issues. *Environmental Education Research*, 23(2), 252–268. <https://doi.org/10.1080/13504622.2016.1144173>
- Schul, J. E. (2011). Revisiting an Old Friend : The Practice and Promise of Cooperative Learning for the Twenty-First Century, *The Social Studies*, 102(2), 88-93. <https://doi.org/10.1080/00377996.2010.509370>
- Sellmann, D., & Bogner, F. X. (2012). Effects of a 1-day environmental education intervention on environmental attitudes and connectedness with nature. *European Journal of Psychology of Education*, 28(3), 1077–1086. <https://doi.org/10.1007/s10212-012-0155-0>
- Sellmann, D., & Bogner, F. X. (2013). Climate change education: Quantitatively assessing the impact of a botanical garden as an informal learning environment. *Environmental Education Research*, 19(4), 415–429. <https://doi.org/10.1080/13504622.2012.700696>
- Slavin, R. E. (2014). *Cooperative Learning and Academic Achievement: Why Does Groupwork Work?* *Anales de Psicología*, 30(3), 785–791. Doi:10.6018/ analesps.30.3.201201
- Stamovlasis, D., Dimos, A., & Tsaparlis, G. (2006). A study of group interaction processes in learning lower secondary physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 556–576. <https://doi.org/10.1002/tea.20134>
- Stepanyan, K., Mather, R., & Dalrymple, R. (2014). Culture, role and group work: A social network analysis perspective on an online collaborative course. *British Journal of Educational Technology*, 45(4), 676–693. <https://doi.org/10.1111/bjet.12076>

Β' Μέρος: Εργασίες Μεταπτυχιακών Φοιτητών

Παραγωγή Οπτικοακουστικού Εκπαιδευτικού Υλικού για την εκπαίδευση στην Αειφορία με θέμα το Οικολογικό Αποτύπωμα της τροφής μας

Μαρία – Ευαγγελία Βαϊτση¹ & Γεώργιος Μαλανδράκης²

¹Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, ²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Οι διατροφικές μας συνήθειες είναι ένας παράγοντας που συνδέεται άμεσα με το Οικολογικό μας Αποτύπωμα (Ο.Α.) και τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να ερευνάται ο αντίκτυπός τους στο περιβάλλον. Έχοντας ως σκοπό την ευαισθητοποίηση των μαθητών σχετικά με τον τρόπο που οι διατροφικές τους συνήθειες επηρεάζουν τον πλανήτη, η παρούσα εργασία στοχεύει στην παραγωγή ενός οπτικοακουστικού εκπαιδευτικού υλικού (2D Animation Video) το οποίο θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη σχολική τάξη, στις δύο τελευταίες τάξεις του Δημοτικού, για μια διδασκαλία με έμφαση στο Ο.Α. των διατροφικών μας συνηθειών.

Abstract

Our nutrition habits are closely related to our Ecological Footprint (E.F.). In recent years, research has steered towards the environmental effects of our dietary choices. This study aims to the development of students' awareness and knowledge regarding the way that their nutrition habits affect the planet, through the production of a media-based educational material (2D Animation Video) for classroom use, in the upper two grades of Primary School, as part of a teaching-learning process about the E.F. of our dietary habits.

1. Εισαγωγή

Το Οικολογικό Αποτύπωμα (Ο.Α.) εισήχθη σαν έννοια από τους Mathis Wackernagel και William E. Rees και ήρθε να καλύψει την ανάγκη για έναν δείκτη βιωσιμότητας (Rees, 1992). Πρόκειται για ένα εργαλείο μέτρησης της παραγωγικής γης και της υδάτινης έκτασης (γλυκό νερό, αλλά και θαλάσσια έκταση) που χρησιμοποιούνται από ένα άτομο, ή μια ομάδα ή μια δραστηριότητα, σε σύγκριση με τη βιο-ικανότητα της γης (Rees, 1992; Wackernagel, et al., 1999), και η μονάδα μέτρησής του είναι το παγκόσμιο εκτάριο (gha).

Μέσα στα σχεδόν τριάντα χρόνια που έχουν μεσολαβήσει από τότε, η έννοια του Οικολογικού Αποτυπώματος έχει διαμορφωθεί για να προσαρμόζεται με τις παγκόσμιες εξελίξεις και έχει εμπλουτιστεί αρκετά. Διεθνείς οργανισμοί όπως το Global Footprint Network και η WWF, σε συνεργασία με παγκόσμιους οργανισμούς, έχουν καταφέρει να εκδίδουν αποτελέσματα για το Ο.Α. σε επίπεδο χωρών, πόλεων ή περιοχών. Το Ο.Α. μιας χώρας είναι η συνολική έκταση που χρειάζεται για την παραγωγή των πόρων που καταναλώνονται από τους ανθρώπους που την κατοικούν, καθώς και για την απορρόφηση των αποβλήτων τους (Kitzes & Wackernagel, 2009). Θεωρώντας, πλέον, δεδομένη την χρήση πόρων απ' όλο τον πλανήτη, το Ο.Α. των κατοίκων μιας χώρας, αποτελείται από το άθροισμα των εκτάσεων που χρησιμοποιούνται ανεξάρτητα με το που βρίσκονται στον πλανήτη.

Τα τελευταία χρόνια, η έρευνα για το Ο.Α. έχει στραφεί, μεταξύ άλλων, και στον παράγοντα της διατροφής. Υπάρχουν αρκετές μελέτες οι οποίες εμβαθύνουν στις διατροφικές συνήθειες και πώς αυτές επηρεάζουν τον πλανήτη. Η τροφή μας ευθύνεται για το 20-30% του αντίκτυπου

του κάθε νοικοκυριού στο περιβάλλον, με την κατανάλωση γαλακτοκομικών και κρέατος να έχει το μεγαλύτερο μερίδιο (Tukker et al., 2011). Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών μας επιτρέπουν να υπολογίσουμε την μείωση που θα μπορούσαμε να έχουμε στο προσωπικό Οικολογικό μας Αποτύπωμα απλώς αλλάζοντας τις διατροφικές μας συνήθειες (Ruini et al., 2015).

Η παρούσα εργασία, που αποτελεί Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (master), αφορά την παραγωγή ενός εκπαιδευτικού βίντεο, το οποίο θα αποτελέσει εκπαιδευτικό υλικό για μαθητές των δύο τελευταίων τάξεων του Δημοτικού Σχολείου (Ε' και ΣΤ').

Το θέμα του βίντεο θα είναι το Ο.Α. της διατροφής μας, η διαχείριση των απορριμμάτων φαγητού (food waste) και οι καταναλωτικές μας συνήθειες σε σχέση με το φαγητό προκειμένου να μειώσουμε τον αντίκτυπό μας στο περιβάλλον. Το θέμα αυτό δεν θίγεται καθόλου στα σχολικά εγχειρίδια των συγκεκριμένων τάξεων και η χρήση του από εκπαιδευτικούς θα παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ευαισθητοποίηση των μαθητών/τριών σχετικά με τις επιδράσεις των διατροφικών επιλογών τους στο περιβάλλον. Το σχολείο και γενικότερα η εκπαίδευση αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για την προώθηση της Αειφόρου Ανάπτυξης και του βιώσιμου τρόπου ζωής (Φλογαΐτη & Λιαράκου, 2009). Το βίντεο θα είναι σε μορφή 2D Animation, που θα συνοδεύεται από αφήγηση, ενισχύοντας έτσι τη βαθύτερη μάθηση, με βάση τη γνωστική θεωρία της πολυμεσικής μάθησης του Mayer (Mayer, 2009).

Ο αυξανόμενος οπτικοακουστικός και τεχνολογικός εγγραμματισμός επιβάλει την παροχή οπτικοακουστικής παιδείας στους μαθητές, ικανοποιώντας την κύρια επιδίωξη του παιδιού-θεατή, που είναι η απόλαυση (Γρόσδος, 2009). Το animation και γενικότερα η κινούμενη εικόνα μπορεί να αποτελέσει εξαιρετικό εργαλείο μάθησης, καθώς δημιουργεί ένα ευχάριστο περιβάλλον μάθησης, επιτυγχάνοντας παράλληλα γνωστικούς και συναισθηματικούς στόχους. Χαρακτηριστικά παραδείγματα στόχων που επιτυγχάνονται είναι η βελτίωση της κατανόησης, η βελτίωση της συγκράτησης του περιεχομένου στη μνήμη και η ενίσχυση της δημιουργικότητας (Berk, 2009). Μια διδασκαλία που βασίζεται σε οπτικοακουστικά μέσα, και συγκεκριμένα κάποια μορφή βίντεο, μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα συγκριτικά με την παραδοσιακή διδασκαλία (Kittidachanupap et al., 2012)

2.Μεθοδολογία

Πορεία της εργασίας

Η βιβλιογραφική επισκόπηση της έννοιας του Οικολογικού Αποτυπώματος με εμβάθυνση στο Ο.Α. της διατροφής, αλλά και της αποτελεσματικότητας των οπτικοακουστικών ερεθισμάτων στη διαδικασία της μάθησης αποτέλεσε το πρώτο στάδιο της εργασίας. Κύριος στόχος ήταν η επιλογή της πληροφορίας και του γνωστικού περιεχομένου το οποίο θα συμπεριληφθεί στο βίντεο που θα παραχθεί, για το Ο.Α. γενικά αλλά και για το Ο.Α. της διατροφής ειδικότερα, για το ζήτημα των καταναλωτικών συνηθειών στον παράγοντα της διατροφής, αλλά και των απορριμμάτων τροφής. Με βάση τις πληροφορίες που επιλέχθηκαν προχωρήσαμε στην παραγωγή του σεναρίου, ενώ παράλληλα γράφτηκε και η αφήγηση πάνω στην οποία θα βασιστεί και το animatic που θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή του βίντεο.

Επιλέξαμε να επικεντρωθούμε στο Ο.Α. των διατροφικών μας συνηθειών εισάγοντας πρώτα τους μαθητές στην έννοια του Ο.Α. και ορίζοντας τους παράγοντες που το επηρεάζουν. Στόχος είναι να κατανοήσουν, οι μαθητές-θεατές, πως οι καθημερινές διατροφικές επιλογές τους, όπως η αυξημένη κατανάλωση κρέατος, η κατανάλωση εισαγόμενων αντί εγχώριων φρούτων, συσκευασμένων αντί χύμα τροφών, αλλά και το πώς διαχειρίζονται τα απόβλητα των τροφών, αυξάνουν το Οικολογικό τους Αποτύπωμα και να προβληματιστούν σχετικά με τους τρόπους μείωσής του μέσω της αλλαγής των διατροφικών τους συνηθειών.

Για την παραγωγή των γραφικών και το μοντάζ θα χρησιμοποιηθούν προγράμματα της Adobe Suit 2020 όπως π.χ., Adobe Illustrator 2020.

Η εργασία αυτή τη στιγμή βρίσκεται στο στάδιο της παραγωγής της σκηνοθετικής οδηγίας και του storyboard, που θα αποτελέσουν τη βάση για την παραγωγή του βίντεο.

Αξιολόγηση του βίντεο

Συμμετέχοντες στην αξιολόγηση του βίντεο θα είναι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί με εμπειρία στη διδασκαλία των δύο τελευταίων τάξεων του Δημοτικού Σχολείου (Ε' και ΣΤ'). Σε επόμενη φάση, και μετά τις παρατηρήσεις των εκπαιδευτικών, θα υπάρξει δεύτερη αξιολόγηση από μαθητές, αποδέκτες του υλικού.

Ερευνητικά Εργαλεία και μέθοδος συλλογής δεδομένων

Ως ερευνητικό εργαλείο θα χρησιμοποιηθεί προφορική ημι-δομημένη συνέντευξη, με ερωτήσεις κλειστού και ανοιχτού τύπου, τις οποίες οι εκπαιδευτικοί θα κληθούν να απαντήσουν μετά την προβολή του βίντεο. Στη συνέντευξη αυτή οι εκπαιδευτικοί θα κληθούν να αξιολογήσουν το εκπαιδευτικό υλικό ως προς την ποιότητα της γραφικής απεικόνισης, της αφήγησης και της χρήση της γλώσσας, το κατά πόσο κράτησε εστιασμένη την προσοχή τους, κατά πόσο βρίσκουν κατανοητές τις έννοιες για το ηλικιακό επίπεδο των μαθητών, το ενδιαφέρον τους να το χρησιμοποιήσουν για τη διδασκαλία του Ο.Α., και την αποτελεσματικότητα που πιστεύουν ότι θα είχε σε μια διδασκαλία για το Ο.Α.

Ανάλυση Δεδομένων

Οι συνεντεύξεις θα απομαγνητοφωνηθούν πλήρως και στη συνέχεια θα γίνει ανάλυσή τους με βάση τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών σε κάθε κύρια ερώτηση. Μονάδα ανάλυσης θα είναι η μονάδα νοήματος και με βάση αυτές θα δημιουργηθούν κατηγορίες από την αρχή (bottom up analysis).

3. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα που αναμένεται να προκύψουν από την εκπαιδευτική χρήση του βίντεο είναι η ευαισθητοποίηση των μαθητών, σε σχέση με την επίδραση των διατροφικών τους συνηθειών στο Οικολογικό τους Αποτύπωμα και η ανάπτυξη προβληματισμού για το πώς διαχειριζόμαστε τους φυσικούς πόρους του πλανήτη με βιώσιμο τρόπο.

4. Βιβλιογραφία

Γρόσδος, Σ. (2009). Οπτικοακουστικός γραμματισμός και εκπαίδευση. Το παιδί παραγωγός οπτικοακουστικών προϊόντων. Στο Σ. Γρόσδος, Ε. Κανταρτζή & Β. Πλιόγκου (επιμ.), *Παιδί και Οπτικοακουστικά Μέσα Επικοινωνίας*, Πανελλήνιο Συνέδριο (σ. 30-48). Θεσσαλονίκη: Τελλόγγλειο Ίδρυμα Τεχνών Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. ISBN 978-960-6790-08-9.

Φλογαίτη Ε. & Λιαράκου Γ. (Επ) (2009). *Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη. Από τη θεωρία στην πράξη*, Αρχάνες: ΚΠΕ Αρχανών. ISBN 978 960 98243-5-4

Berk, R. A. (2009). Multimedia teaching with video clips: TV, movies, YouTube, and mtvU in the college classroom. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 5(1), 1–21.

- Kittidachanupap, N., Singthongchai, J., Naenudorn, E., Khopolklang, N., & Niwattanakul, S. (2012, May). Development of animation media for learning English vocabulary for children. In *2012 IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering (CSAE)* (Vol. 2, pp. 341-345). IEEE. DOI: 10.1109/CSAE.2012.6272788.
- Kitzes, J., & Wackernagel, M. (2009). Answers to common questions in ecological footprint accounting. *Ecological Indicators*, 4(9), 812-817. DOI:10.1016/J.ECOLIND.2008.09.014
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2d ed.). New York: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
- Rees, W. E. (1992). Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and Urbanization*, 4(2), 121–130. <https://doi.org/10.1177/095624789200400212>
- Ruini, L. F., Ciati, R., Pratesi, C. A., Marino, M., Principato, L., & Vannuzzi, E. (2015). Working toward healthy and sustainable diets: The “Double Pyramid Model” developed by the Barilla Center for Food and Nutrition to raise awareness about the environmental and nutritional impact of foods. *Frontiers in nutrition*, 2, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2015.00009>.
- Tukker, A., Goldbohm, R. A., de Koning, A., Verheijden, M., Kleijn, R., Wolf, O., Pérez-Domínguez, I., & Rueda-Cantuche, J. M. (2011). Environmental impacts of changes to healthier diets in Europe. *Ecological Economics*, 70(10), 1776-1788. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.05.001>.
- Wackernagel, M., Onisto, L., Bello, P., Linares, A. C., Falfán, I. S. L., García, J. M., Guerrero, A. I. S., & Guerrero, M. G. S. (1999). National natural capital accounting with the ecological footprint concept. *Ecological economics*, 29(3), 375-390. [https://doi.org/10.1016/s0921-8009\(98\)90063-5](https://doi.org/10.1016/s0921-8009(98)90063-5).

Διερευνητική προσέγγιση και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Μια διδακτική παρέμβαση

Ηλίας Βρυώνης

Καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης, Μεταπτυχιακός Φοιτητής Τμήματος Χημείας ΑΠΘ

Περίληψη

Τα προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Π.Ε.) στοχεύουν στην ερμηνεία και κατανόηση του τρόπου με τον οποίο εξαρτάται η βιώσιμη προοπτική του ανθρώπου. Από την εμπειρία έχουν παρατηρηθεί στοιχεία των προγραμμάτων που επιδέχονται βελτίωση. Η εκπαίδευση με διερευνητική προσέγγιση θεωρείται ως ένας ιδιαίτερα αποτελεσματικός και ολοκληρωμένος τρόπος μάθησης και ενθαρρύνει την ενεργό μάθηση. Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, προτείνεται ένα πρόγραμμα Π.Ε., με διερευνητική προσέγγιση διδασκαλίας, για θεματικές που άπτονται και έχουν συνάφεια με τον χώρο των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ), όπως υγρότοποι, δάση, λόφοι, περιβαλλοντικά ζητήματα και γενικά μελέτη οικοσυστημάτων, με εφαρμογή ως ημερήσιο πρόγραμμα για Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Κ.Π.Ε.).

Abstract

The Environmental Education (E.E.) programs aim at interpreting and understanding the way in which the sustainable perspective of man depends. Experience has shown some E.E. programs' elements can be improved. Inquiry Based Learning (I.B.L.) is considered as a highly effective and integrated way of education, encouraging active learning. Taking into account all the above, an E.E. program, using I.B.L. teaching approach, is proposed for topics related to the field of Physical Sciences such as wetlands, forests, hills, environmental issues and study of ecosystems in general. This program is designed and implemented for Environmental Education Centers.

1. Εισαγωγή

Τα εκπαιδευτικά προγράμματα Π.Ε. αποσκοπούν στη σταδιακή ανάπτυξη της κριτικής συστημικής σκέψης, στην καλλιέργεια διερευνητικού κριτικού πνεύματος μέσα από την ανάλυση και διερεύνηση περιβαλλοντικών ζητημάτων, καθώς και στην αναζήτηση προτάσεων-λύσεων (Δημητρίου, 2009). Τα Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Κ.Π.Ε.) αποτελούν σημαντικές υποστηρικτικές δομές του εκπαιδευτικού έργου που αφορά την Π.Ε. και παρέχουν εκπαιδευτικά προγράμματα σε μαθητικές ομάδες που τα επισκέπτονται με συνοδούς εκπαιδευτικούς. Η διεπιστημονική και διαθεματική αλληλεπίδραση μαθητών και εκπαιδευτικού υλικού όσο και η παιδαγωγική σχέση μαθητή και περιβάλλοντος αποτελούν τη βάση για τη διδασκαλία στην Π.Ε. Με την Π.Ε. οι μαθητές, μεταξύ των άλλων, κατανοούν τη σχέση των Φ.Ε. με το περιβάλλον (González - Gaudiano, 2006).

Από την εμπειρία μας έχουν παρατηρηθεί στοιχεία των προγραμμάτων που θα μπορούσαν να βελτιωθούν. Για παράδειγμα, το μεγάλο συνήθως θεωρητικό μέρος στα Κ.Π.Ε. φαίνεται να κουράζει και να αποσυντονίζει τους μαθητές που αρχίζουν και αισθάνονται ότι βρίσκονται και πάλι σε μια «συνηθισμένη» για αυτούς σχολική τάξη με κυρίαρχο το δασκαλοκεντρικό τρόπο διδασκαλίας και έμφαση στη δηλωτική γνώση. Χρειάζεται μια ολοκληρωμένη εκπαιδευτική μεθοδολογία που να συνενώνει στόχους και σχεδιασμό της διδακτικής διαδικασίας στο ευρύτερο πλαίσιο της μεθόδου Project (σχεδίου εργασίας) ή της επίλυσης προβλήματος στα οποία βασίζεται κυρίως η Π.Ε.

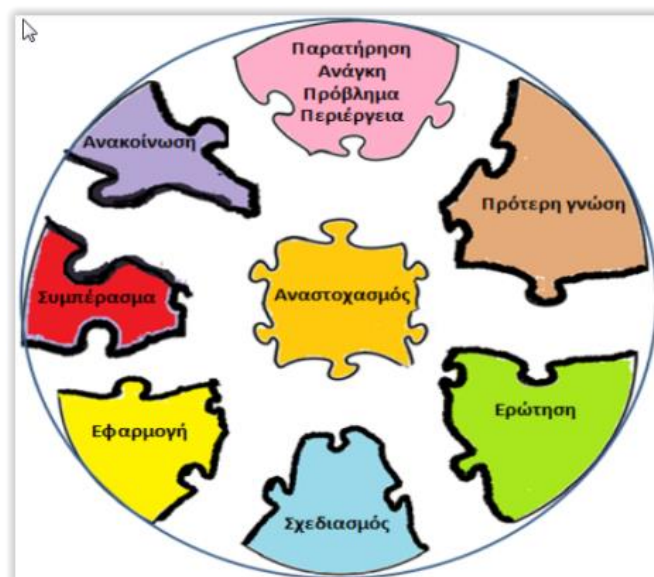
Στόχο της παρούσας εργασίας αποτελεί ο σχεδιασμός, η παρουσίαση και η εφαρμογή ενός προγράμματος Π.Ε. διάρκειας έξι διδακτικών ωρών, το οποίο στηρίζεται στη διερευνητική προσέγγιση διδασκαλίας, για θεματικές που άπτονται των Φ.Ε. όπως οι υγρότοποι, τα δάση, οι λόφοι, τα περιβαλλοντικά ζητήματα και γενικά η μελέτη οικοσυστημάτων.

Η διερευνητική διδασκαλία και μάθηση, τόσο στις Φ.Ε. όσο και στην Π.Ε., θεωρείται ιδιαίτερα αποτελεσματική καθώς επικεντρώνεται στα ενδιαφέροντα των μαθητών ενώ ενθαρρύνει την ενεργό μάθηση, επιτρέποντας στους μαθητές να υλοποιούν τις δικές τους έρευνες και να «εποικοδομούν» ενεργητικά τη νέα γνώση (Pedaste et al., 2015). Η διερευνητική προσέγγιση θεωρείται πολύ αποτελεσματική για την κατανόηση τόσο της εννοιολογικής όσο και της διαδικαστικής γνώσης καθώς επίσης και για την κατανόηση όψεων της φύσης της επιστήμης και της φύσης της διερεύνησης. Αναβαθμίζει τον ρόλο του εκπαιδευτικού από απλό «διεκπεραιωτή» σε «σχεδιαστή» της διδακτικής διαδικασίας (Psillos & Kariotoglou, 2016). Η διερευνητική προσέγγιση προάγει την κριτική σκέψη, δίνει τα εφόδια στους μαθητές να εντοπίζουν περιβαλλοντικά προβλήματα, να προτείνουν λύσεις, βρίσκοντας στοιχεία τόσο υπέρ αλλά και κατά της προτεινόμενης λύσης και να αξιολογούν τη λύση με βάση αυτά τα στοιχεία (Kidman & Casinader, 2019).

2. Μεθοδολογία

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, προτείνουμε ως επίπεδο διερευνητικής διδασκαλίας την καθοδηγούμενη διερεύνηση η οποία υλοποιείται μέσα από την εφαρμογή του διερευνητικού μοντέλου ΔΙΕΔΙΑ «Διερευνητικές Διαδρομές – Inquiry Routes (INROU)» ακολουθώντας τις 8 φάσεις του. Το ΔΙΕΔΙΑ αποτελεί το αποτέλεσμα της συγκριτικής μελέτης 19 επιλεγμένων διερευνητικών μοντέλων (Καραγιάννη & Ψύλλος, 2013). Η καθοδηγούμενη διερεύνηση (όπου το γενικότερο πλαίσιο και το ερώτημα διαμορφώνονται από τον εκπαιδευτικό και οι μαθητές υλοποιούν με καθοδήγηση τις υπόλοιπες φάσεις: από τον σχεδιασμό και μετά) θεωρείται πιο αποτελεσματική στην περίπτωση που οι μαθησιακοί στόχοι αφορούν στη μάθηση συγκεκριμένου περιεχομένου γιατί αυξάνει τον βαθμό αυτονομίας των μαθητών με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται μεγαλύτερος βαθμός εμπέδωσης (Zion et al., 2007).

Εικόνα 1: Οπτική αναπαράσταση του μοντέλου ΔΙΕΔΙΑ-Διερευνητικές Διαδρομές



Το προτεινόμενο πρόγραμμα στηρίζεται στη διερευνητική προσέγγιση, διαρκεί 6 διδακτικές ώρες και αφορά μαθητές κυρίως Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Βασικός στόχος του είναι η βελτίωση της κατανόησης των εννοιών περιβάλλον, οικοσύστημα και φυσικοί πόροι. Η βασική δομή του είναι η εξής:

Φάση 1:

Παρατήρηση- Ανάγκη- Πρόβλημα- Περιέργεια: Για την αρχή του προγράμματος επιλέχθηκαν να προβληθούν, ως αφορμή, εικόνες ή/και βίντεο από περιβαλλοντικά ζητήματα (λίμνη, δάσος, κλπ).

Φάση 2:

Πρότερη Γνώση: Η όλη διαδικασία ξεκινά μέσα από έναν καταιγισμό ιδεών (brainstorming), δίνοντας την κατάλληλη λέξη κλειδί όπως δάσος ή λίμνη ή λόφος ανάλογα με το οικοσύστημα που θα μελετήσουν οι μαθητές. Ειδικότερα, ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει ρόλο υποστηρικτή και συντονιστή, ενώ οι μαθητές ρόλους ερευνητών, δημιουργών και συνεργατών (Μπλιώνης, 2009). Επόμενο βήμα είναι η δημιουργία, με τη συνεργασία των ομάδων, εννοιολογικού χάρτη-μοντέλου προκειμένου να διερευνηθεί η έννοια «οικοσύστημα» (Soulios & Psillos, 2016). Εδώ αποτυπώνεται και η πρότερη γνώση των μαθητών με κατάλληλες ερωτήσεις που στηρίζονται στο αναλυτικό πρόγραμμα καθώς επίσης διερευνώνται και εναλλακτικές απόψεις που έχουν καταγραφεί στη βιβλιογραφία. Τέλος, προκύπτει η σύνθεση της έννοιας «οικοσύστημα» με έμφαση της διδασκαλίας στις έννοιες «φυσικοί πόροι» και «περιβάλλον».

Φάση 3:

Διαμόρφωση ερωτήματος: Ο εκπαιδευτικός θέτει ένα βασικό ερώτημα στους μαθητές: Πως πιστεύετε ότι μπορούμε να μελετάμε τα περιβαλλοντικά ζητήματα και το περιβάλλον γύρω μας; Πώς θα μελετήσουμε την περιοχή (το ποτάμι ή το δάσος ή το λόφο) γύρω μας; Εδώ ο εκπαιδευτικός θέτει και παράγωγα ερωτήματα με στόχο την απάντηση του κύριου ερωτήματος ώστε οι μαθητές να κατανοήσουν τη βαρύνουσα σημασία της έννοιας «οικοσύστημα» στη μελέτη περιβάλλοντος, που είναι και αυτός στόχος του προγράμματος.

Φάση 4:

Σχεδιασμός: Ο σχεδιασμός της ερευνητικής διαδικασίας γίνεται από τους μαθητές, ο εκπαιδευτικός καθοδηγεί και εποπτεύει. Οι ομάδες με την υποστήριξη των εκπαιδευτικών του Κέντρου και χρησιμοποιώντας τον εννοιολογικό χάρτη-μοντέλο για το οικοσύστημα της Φάσης 2, σχεδιάζουν τον τρόπο που θα δουλέψουν και θα διερευνήσουν, μοιράζοντας ρόλους (γραμματέας, φωτογράφος, ερευνητής ζώων, ερευνητής φυτών, μελετητής αβιοτικών στοιχείων, μελετητής ανθρωπίνων παρεμβάσεων, κλπ). Ο εκπαιδευτικός προσέχει ώστε να καλυφθούν όλα τα στοιχεία του προς μελέτη οικοσυστήματος από την ερευνητική διαδικασία των μαθητών.

Φάση 5:

Εφαρμογή: Στην φάση αυτή οι μαθητές υλοποιούν τις δραστηριότητες που σχεδίασαν στη φάση του σχεδιασμού και καταγράφουν τη διαδικασία και τα αποτελέσματα. Επιπρόσθετα στο πεδίο γίνονται και υπαίθριες δραστηριότητες – εκπαιδευτικά παιχνίδια, σε σχέση με τις θεματικές του προγράμματος που δίνονται από τον εκπαιδευτικό (Γεωργόπουλος & Τσαλίκη, 2006· Κουσουρή & Παπαδογιαννάκη, 2005).

Φάση 6:

Συμπέρασμα: Οι μαθητές καταγράφουν τα συμπεράσματά τους και προχωρούν στην διατύπωση μιας γενικότερης πρότασης για την αξιοποίηση του υπό μελέτη οικοσυστήματος.

Φάση 7:

Ανακοίνωση: Στην ολομέλεια, οι ομάδες των μαθητών καλούνται να επιλέξουν τον τρόπο και να παρουσιάσουν τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν, στους συμμαθητές τους.

Φάση 8:

Αναστοχασμός: Η φάση του αναστοχασμού υλοποιείται σε όλη την διάρκεια της διδασκαλίας. Στον τελικό αναστοχασμό, σε ολομέλεια, δίνεται έμφαση στην κατανόηση της σημασίας του

οικοσυστήματος για τη μελέτη του περιβάλλοντος και των ζητημάτων του, ως απάντηση στο βασικό ερώτημα του προγράμματος.

Οι συμμετέχοντες στη δοκιμή του προγράμματος και στη διαδικασία συλλογής δεδομένων ήταν 81 μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από 3 μαθητικές σχολικές ομάδες. Η συλλογή δεδομένων έγινε με γραπτό ερωτηματολόγιο στην αρχή και στο τέλος του προγράμματος (pre – post) σχετικά με τη γνώση τους για τις έννοιες οικοσύστημα, περιβάλλον και φυσικοί πόροι. Οι απαντήσεις των μαθητών στο γραπτό ερωτηματολόγιο ομαδοποιήθηκαν αφού λάβαμε υπόψη την επιθυμητή γνώση που αντιστοιχούσε στη στοχοθεσία του προγράμματος. Έτσι προέκυψαν 4 κατηγορίες: α. κατηγορία με σκορ 0 – λανθασμένη, άσχετη ή απάντηση που δεν δόθηκε, β. κατηγορία με σκορ 1 – μέτριο μαθησιακό αποτέλεσμα, γ. κατηγορία με σκορ 2 – καλό μαθησιακό αποτέλεσμα, και κατηγορία με σκορ 3 – πολύ καλό, επιθυμητό μαθησιακό αποτέλεσμα (Ανδρεαδάκης & Βάμβουκας, 2005; Lefkos et al. 2011; Ζουπιδής & Καρνέζου, 2017). Η ταξινόμηση-βαθμολόγηση των απαντήσεων των μαθητών έγινε με ανάλυση περιεχομένου. Στο τέλος του προγράμματος εδόθησαν ερωτήσεις τύπου Likert για τα συναισθήματα που ένοιωσαν (με διαβάθμιση κλίμακας: πολύ-λίγο-καθόλου) και επιπλέον ερωτήσεις (με διαβάθμιση κλίμακας: σίγουρα ναι-μάλλον ναι-μάλλον όχι-σίγουρα όχι-δεν ξέρω) για το αν θα ήθελαν η διδασκαλία στα σχολεία να γινόταν και με τον τρόπο του προγράμματος που υλοποίησαν, αν θα πρότειναν αυτό το πρόγραμμα σε φίλους τους να το παρακολουθήσουν και για το αν η εκπαιδευτική επίσκεψη προσέφερε νέες γνώσεις και εμπειρίες για το περιβάλλον και τα προβλήματά του (ερωτήσεις στάσεων για την διερευνητική διδασκαλία και μάθηση στην Π.Ε.).

Η επεξεργασία των δεδομένων γίνεται για τις pre-post ερωτήσεις ανοιχτού τύπου με Wilcoxon signed - rank test (με στόχο την ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς μεταξύ των μέσων όρων, pre – post, στις απαντήσεις των μαθητών) και για τις ερωτήσεις μετά (στάσεων) με εργαλεία περιγραφικής στατιστικής (Ανδρεαδάκης & Βάμβουκας, 2005· Εμβαλωτής κ.ά., 2006).

3. Αποτελέσματα – Συμπεράσματα

Μέχρι σήμερα έχει ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός και η εφαρμογή του προγράμματος. Η εργασία βρίσκεται στη φάση της επεξεργασίας των δεδομένων. Τα μέχρι στιγμής επεξεργασμένα αποτελέσματα δείχνουν μια αξιοσημείωτη μεταβολή μεταξύ των pre- και post μέσων όρων για τα αθροίσματα των σκορ απαντήσεων των μαθητών σε 3 ερωτήματα (σε σχέση με τη γνώση των εννοιών οικοσύστημα, περιβάλλον και φυσικοί πόροι αντίστοιχα), με μέσο όρο pre-test 1.57 και μέσο όρο post-test 5.16. Η ανάλυση στις 3 αυτές ερωτήσεις δείχνει στατιστικά σημαντική διαφορά, σε επίπεδο σημαντικότητας 1% (p -value <0.00001), στοιχείο που υποστηρίζει τη θέση μας ότι υπάρχει πρόοδος στους μέσους όρους των μαθητών μετά την υλοποίηση του προγράμματος Π.Ε. διερευνητικής προσέγγισης. Επιπρόσθετα το αποτέλεσμα αξιολογήθηκε και με το δείκτη μεγέθους επίδρασης Cohen's $d = 2.624737$, τιμή που δείχνει ισχυρή επίδραση. Με το ίδιο πρόσημο φαίνεται να κινούνται και οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στις ερωτήσεις στάσεων τύπου Likert στο τέλος του προγράμματος. Στην ερώτηση για το αν οι μαθητές θα ήθελαν η διδασκαλία στα σχολεία να γίνεται και με τον τρόπο του προγράμματος που υλοποίησαν, οι θετικές απαντήσεις (σίγουρα ναι και μάλλον ναι) ξεπερνούν το 85% του συνόλου των απαντήσεων και μόνο το 7,4% απαντά «μάλλον όχι» και ένα ίδιο ποσοστό μαθητών να απαντά «δεν ξέρω». Σε ερώτηση για το αν η εκπαιδευτική επίσκεψη προσέφερε νέες γνώσεις και εμπειρίες για το περιβάλλον και τα προβλήματά του, οι θετικές απαντήσεις (σίγουρα ναι και μάλλον ναι) φτάνουν το 97,5% του συνόλου των απαντήσεων και το 2,5% απαντά «δεν ξέρω». Σε άλλη ερώτηση για το αν θα πρότειναν σε άλλους μαθητές της ηλικίας τους να επισκεφθούν το κέντρο μας, οι θετικές απαντήσεις (σίγουρα ναι και μάλλον ναι) φτάνουν το 95,1% του συνόλου των απαντήσεων και το 4,9% απαντά «δεν ξέρω». Σε όλες

τις περιπτώσεις, τα αποτελέσματα των ερωτήσεων τύπου Likert αξιολογήθηκαν θετικά, για το αν διαφέρουν σημαντικά οι παρατηρούμενες τιμές από τις αναμενόμενες, από το Chi-Square for Goodness of Fit test. Τέλος σε σχέση με τα συναισθήματα που ένιωσαν οι μαθητές κατά την εκπαιδευτική επίσκεψη τους σε κλίμακα πολύ-λίγο-καθόλου οι απαντήσεις, σε ποσοστά %, ήταν για «χαρά» 72,8-25,9-1,2, για «ενθουσιασμό» 75,3-22,2-2,5, για «πλήξη» 4,9-45,7-49,4 και για «άγχος» 3,7-16-80,2. Από τη βιβλιογραφία διαφαίνεται ότι μπορεί να διευκολυνθεί με επιτυχία η σχεδίαση και η εφαρμογή των προγραμμάτων Π.Ε., μέσω των διερευνητικών προσεγγίσεων της διδασκαλίας Φ.Ε., λόγω των συγγενικών θεματικών και μεθοδολογίας. Σε αυτή τη κατεύθυνση φαίνεται ότι κινούνται τα ευρήματά μας στην παρούσα φάση της έρευνας. Μόλις ολοκληρωθεί η έρευνα θα μπορούμε με μεγαλύτερη αξιοπιστία να στηρίξουμε την παραπάνω θέση.

4. Βιβλιογραφία

- Ανδρεαδάκης, Ν., & Βάμβουκας, Μ. (2005). *Οδηγός για την Εκπόνηση και τη Σύνταξη Γραπτής Ερευνητικής Εργασίας*. Αθήνα: Ατραπός. ISBN 9789609541367.
- Γεωργόπουλος, Α., & Τσαλίκη, Ε. (2006). *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Αρχές – Φιλοσοφία Μεθοδολογία Παιχνίδια & Ασκήσεις* (7^η). Αθήνα: Guntenberg. ISBN 9789600104424.
- Δημητρίου, Α. (2009). *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Περιβάλλον, Αειφορία. Θεωρητικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις*. Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο. ISBN 9789604582143.
- Εμβλωτής, Α., Κατσης, Α., & Σιδερίδης, Γ. (2008). *Στατιστικές Μέθοδοι Εκπαιδευτικής Έρευνας*. Ιωάννινα: Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Ζουπιδής, Α., & Καρνέζου, Μ. (2017). Μια σχολική επίσκεψη σε ένα τεχνοεπιστημονικό μουσείο ως εργαλείο εννοιολογικής αλλαγής. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (Επιμ.), Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης, σ. 652-659. Ρέθυμνο: ΕΝΕΦΕΤ. ISBN 978-960-86978-3-6.
- Καραγιάννη, Χ., Ψύλλος, Δ. (2013). Το Μοντέλο Διερευνητικής Προσέγγισης ΔΙΕΔΙΑ -Διερευνητικές Διαδρομές (Inquiry Routes - INROU), . Στο Δ. Βαβουγιός & Σ. Παρασκευόπουλος (Επιμ.), Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, σ. 455-461. Βόλος: ΕΝΕΦΕΤ. ISBN: 978-618-80580-2-6
- Κουσουρή, Θ., & Παπαδογιαννάκη, Κ. (2005). *Περιβαλλοντικά Παιχνίδια ...στο Περιβάλλον, ...για το Περιβάλλον και την Αειφορία*. Αθήνα: Χρήστος Δαρδανός. ISBN 9789603801542.
- Μπλιώνης Γ. (2009). *Στα μονοπάτια της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης*. Αθήνα: Κέδρος. ISBN 9789600439533
- González - Gaudiano, E. J. (2006). Environmental education: a field in tension or in transition? *Environmental Education Research*, 12(3-4), 291-300.
<https://doi.org/10.1080/13504620600799042>
- Kidman, G., & Casinader, N. (2019). Developing teachers' environmental literacy through inquiry-based practices. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(6).
<https://doi.org/10.29333/ejmste/103065>
- Lefkos, I., Psillos, D., & Hatzikraniotis, E. (2011). Designing experiments on thermal interactions by secondary-school students in a simulated laboratory environment. *Research in Science & Technological Education*, 29(2), 189-204, <https://doi.org/10.1080/02635143.2010.533266>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L., de Jong, T., van Riesen, S., & Kamp, E. et al. (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>

- Psillos, D., & Kariotoglou, P. (2016). Theoretical Issues Related to Designing and Developing Teaching-Learning Sequences στο D. Psillos, P. Kariotoglou (eds.), *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences*, Springer, pp. 11-34. DOI 10.1007/978-94-007-7808-5.
- Soulis, I., & Psillos, D. (2016). Enhancing student teachers' epistemological beliefs about models and conceptual understanding through a model - based inquiry process. *International Journal of Science Education*, 38(7), 1212–1233. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1186304>.
- Zion, M., Cohen, S., & Amir, R. (2007). The spectrum of dynamic inquiry teaching practices. *Research in Science Education*, 37(4), 423–447. <http://doi.org/10.1007/s11165-006-9034-5>.

Περιβαλλοντική Ηθική και Εκπαίδευση: Ανάπτυξη, Εφαρμογή και Αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για φοιτητές/-τριες, αναφορικά με τις γνώσεις και τις αξίες που σχετίζονται με το Υδατικό Αποτύπωμα

Ευμορφία Γαρυφαλλογιάννη¹ & Γεώργιος Μαλανδράκης²

¹ Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

² Επίκουρος Καθηγητής, ΠΤΔΕ Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η παρούσα εργασία περιλαμβάνει την ανάπτυξη, την εφαρμογή και την αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) για υποψήφιους εκπαιδευτικούς, η οποία στηρίζεται στην διδασκαλία του Υδατικού Αποτυπώματος της καθημερινής μας τροφής, τις αξίες που συνδέονται με αυτό και τους τρόπους δικαιότερης και βιώσιμης διαχείρισης του νερού. Η χρονική διάρκεια της ΔΜΑ υπολογίζεται σε δώδεκα διδακτικές ώρες και εφαρμόστηκε σε μια ομάδα περίπου 27 προπτυχιακών εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η αξιολόγηση της ΔΜΑ πραγματοποιήθηκε με δυο ερευνητικά εργαλεία: α) το σχεδιασμό ατομικών εννοιολογικών χαρτών πριν και μετά την παρέμβαση και β) τη συμπλήρωση ερωτηματολογίων από τους φοιτητές/-τριες πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Abstract

This study discusses the development, implementation and evaluation of a Teaching- Learning Sequence (TLS) for preservice schoolteachers, focused on the Water Footprint of the everyday diet, on the associated ethical dilemmas and on the ways for more fair and sustainable water management. The TLS had a duration of twelve teaching hours, and it was implemented in a group of about 27 undergraduate elementary pre-service teachers. The evaluation of the TLS was made through the use of two research tools: a) the construction of individual concept maps before and after in the project and b) the use of properly developed questionnaires administered to students before and after their participation in the project.

1. Εισαγωγή

1.1. Περιβαλλοντική Ηθική

Η έννοια «Περιβάλλον» ορίζεται ως το σύνολο των εξωτερικών σχέσεων που ασκούν άμεση ή έμμεση επιρροή στους οργανισμούς. Χωρίζεται σε φυσικό και ανθρωπογενές. Το πρώτο αναφέρεται σε φυσικά χαρακτηριστικά, ενώ το δεύτερο στις κοινωνικές συνθήκες που επηρεάζουν την ανθρώπινη ζωή (Nash, 1989). Από την άλλη μεριά, «Ηθική» ονομάζεται ο φιλοσοφικός κλάδος που διερευνά βασικές έννοιες όπως αξίες, δικαιώματα κ.τ.λ. και εξετάζει τις συμπεριφορές των ανθρώπων (Αντωνιάδης, 2012). Επομένως, η Περιβαλλοντική Ηθική είναι ο κλάδος της εφαρμοσμένης ηθικής και διερευνά την ηθική διάσταση της σχέσης του ανθρώπου και της φύσης (Αντωνιάδης, 2012). Σύμφωνα με τον Γεωργόπουλο (2002), τα τελευταία χρόνια αρκετοί επιστήμονες ασχολούνται με την περιβαλλοντική ηθική (environmental ethics) και κατέληξαν ότι η λύση στο πρόβλημα της οικολογικής αποσταθεροποίησης είναι η αναδιευθέτηση των αξιών. Ο κύριος λόγος αυτής της οικολογικής αποσταθεροποίησης είναι ότι οι άνθρωποι φαίνεται να έχουν ηθικές υποχρεώσεις μόνο προς τους άλλους ανθρώπους και όχι προς το περιβάλλον συνολικά, όπως θα έπρεπε να είναι.

1.2. Μέθοδος Values and Knowledge Education (VaKe)

Η μέθοδος VaKe εισήχθη για πρώτη φορά από τον Jean - Luc Patry το 1994 (όπως αναφέρεται στο Patry et al., 2013) και ορίζεται ως μια εκπαιδευτική προσέγγιση που ενσωματώνει τη γνώση και την εκπαίδευση, βασισμένη στο εποικοδομητικό μοντέλο, μέσω της εισαγωγής ηθικού διλήμματος (Blatt & Kohleberg, 1975). Το VaKe βασίζεται στην επίλυση προβλημάτων χρησιμοποιώντας ιστορίες ηθικών διλημάτων με στόχο να ενεργοποιήσει τις ηθικές αξίες των συμμετεχόντων. Για την επίλυση αυτών των προβλημάτων ακολουθούνται τα έντεκα βήματα (Patry et al., 2013) που περιγράφονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Στάδια Υλοποίησης του VaKe

Στάδια	Ενέργειες	Τάξη
1. Εισαγωγή διλήμματος	Κατανόηση του διλήμματος και των αξιών. Είναι επαρκής οι πληροφορίες;	Τάξη
2. Πρώτη απόφαση	Ποιος είναι υπέρ, ποιος κατά;	Τάξη / Ομάδα
3. Πρώτη επιχειρηματολογία (διλημματική συζήτηση)	Γιατί είσαι υπέρ, γιατί κατά;	Ομάδα
4. Αναζήτηση πληροφοριών που λείπουν	Τι πρέπει να ξέρω για να συνεχίσω;	Τάξη
5. Εύρεση στοιχείων	Αναζήτηση πληροφοριών από κάθε δυνατή πηγή	Ομάδα
6. Ανταλλαγή πληροφοριών	Πληροφορίες ανταλλαγής – Ενημέρωση από / σε συνομηλίκους	Τάξη
7. Δεύτερη επιχειρηματολογία (διλημματική συζήτηση)	Γιατί είσαι υπέρ, γιατί κατά;	Ομάδα
8. Σύνθεση των αποτελεσμάτων	Τρέχοντα συμπεράσματα	Τάξη
9. Επανάληψη βημάτων 4 έως 8 εάν είναι απαραίτητο	-	Τάξη / Ομάδα
10. Γενική σύνθεση	Ανακεφαλαίωση της διαδικασίας	Τάξη
11. Γενίκευση	Συζήτηση για άλλα σχετικά θέματα	Τάξη / Ομάδα

1.3. Υδατικό Αποτύπωμα

Η έννοια του Υδατικού Αποτυπώματος (ΥΑ) εισήχθη από τους Hoekstra και Hung (2002) και ορίζεται ως ο συνολικός όγκος γλυκού νερού (m^3), που χρησιμοποιείται για την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών που καταναλώνονται από το άτομο ή την κοινότητα (Hoekstra & Charagain, 2008). Το ΥΑ χρησιμοποιείται ως δείκτης ποσοτικοποίησης της χρήσης γλυκού νερού για τις ανθρώπινες ανάγκες (Hoekstra & Charagain, 2008). Αρκετές φορές, αντί του Υδατικού Αποτυπώματος χρησιμοποιείται ο όρος Εικονικό νερό. Παρ' όλα αυτά υπάρχουν κάποιες σημαντικές διαφορές. Ο όρος «Εικονικό Νερό» χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά από τον Allan (1993) και ορίζεται ως η ποσότητα του νερού που απαιτείται για την παραγωγή ενός προϊόντος ή την εξυπηρέτηση κάποιου είδους. Ο χαρακτηρισμός «Εικονικό Νερό» προσδίδεται στο νερό, επειδή η ποσότητα αυτού που περιέχεται στο τελικό προϊόν είναι μικρή ή και μηδενική σε σχέση με αυτή που χρησιμοποιήθηκε κατά τα στάδια παραγωγής του.

2. Μεθοδολογία

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν 27 φοιτητές/-τριες Παιδαγωγικού Τμήματος. Η διάρκεια της Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) ήταν δώδεκα διδακτικές ώρες και πραγματοποιήθηκε μέσω τηλεδιάσκεψης με τη χρήση της εφαρμογής Zoom. Τα βασικά

ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ένα ερωτηματολόγιο (pre/post test) και εννοιολογικοί χάρτες των φοιτητών/τριών, ώστε να αξιολογηθούν οι αλλαγές στις γνώσεις και στάσεις τους για το Υδατικό Αποτύπωμα μετά τη συμμετοχή τους στην ΔΜΑ. Η δόμηση του ερωτηματολογίου βασίστηκε στους παρακάτω συγκεκριμένους θεματικούς άξονες:

- α) κύκλος ζωής των προϊόντων,
- β) αντιλήψεις για το νερό, σύμφωνα με την κλίμακα του PANAS (Watson et al., 1988),
- γ) ηθικές αξίες με χρήση διλημμάτων, και
- δ) υδατικό Αποτύπωμα (ορισμός, άμεση/έμμεση χρήση νερού).

Οι εννοιολογικοί χάρτες χρησιμοποιήθηκαν πριν και μετά τη διδασκαλία, θέτοντας το ερώτημα στους φοιτητές/τριες «*Με ποιον τρόπο αντιλαμβάνεστε το νερό σε σχέση με την οικονομία, κοινωνία και περιβάλλον*». Επιπλέον, οι εννοιολογικοί χάρτες εκτός από ερευνητικό εργαλείο, χρησιμοποιήθηκαν και ως διδακτικό εργαλείο με σκοπό την κατανόηση εννοιών με εποικοδομητικό τρόπο.

Για να διευκολυνθεί η ανάπτυξη και η εφαρμογή των δραστηριοτήτων, η ΔΜΑ χωρίστηκε σε επτά φάσεις. Ειδικότερα:

Α΄ ΦΑΣΗ:

Ο εκπαιδευτικός εισήγαγε τους φοιτητές/-τριες στους χάρτες εννοιών (τι είναι, τα στάδια δημιουργίας) και τους προέτρεψε να σχεδιάσουν έναν ατομικό εννοιολογικό χάρτη.

Β΄ ΦΑΣΗ:

Οι φοιτητές/-τριες υπολόγισαν το ατομικό υδατικό αποτύπωμα τους με βάση την αριθμομηχανή www.waterfootprint.gr. Αρχικά, θα έπρεπε να εκτιμήσουν, με βάση το φύλλο εργασίας, την ποσότητα (σε λίτρα) του νερού που θεωρούν ότι καταναλώνουν με βάση την εξωτερική, εσωτερική και εικονική χρήση και στη συνέχεια, με τη βοήθεια της αριθμομηχανής, να υπολογίσουν τις πραγματικές ποσότητες νερού που καταναλώνουν.

Γ΄ ΦΑΣΗ:

Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος VaKe για την ανάπτυξη των ηθικών αξιών. Δόθηκε στους φοιτητές/-τριες μια διλημματική κατάσταση, που αφορούσε τη λειψυδρία και στην οποία οι φοιτητές/-τριες έπρεπε να διακρίνουν τις αξίες που διακυβούνταν στο δίλημμα, να πάρουν μια απόφαση με βάση τις προσωπικές τους αξίες και να επιχειρηματολογήσουν υπέρ της απόφασης αυτής, ακολουθώντας συγκεκριμένα βήματα. Τέλος, τους ζητήθηκε να δημιουργήσουν σε ομάδες μια αφίσα σχετικά με τη λειψυδρία μέσω της ηλεκτρονικής εφαρμογής www.canva.com.

Δ΄ ΦΑΣΗ:

Οι φοιτητές/-τριες σε ομάδες κλήθηκαν να δημιουργήσουν ένα πλήρες και ισορροπημένο γεύμα. Τους δόθηκαν φωτογραφίες από διάφορα προϊόντα, ζητώντας τους να κάνουν έναν συνδυασμό προϊόντων με όσο το δυνατόν χαμηλότερο Υδατικό Αποτύπωμα. Αφού επέλεξαν τα προϊόντα, προσπάθησαν να εκτιμήσουν συνολικά τα λίτρα του νερού που περιέχονται στο γεύμα τους. Στη συνέχεια δίνοντας τους τις ίδιες εικόνες - αυτή τη φορά με τα λίτρα νερού του κάθε προϊόντος - συνεργάστηκαν, ώστε να δημιουργήσουν πάλι ένα γεύμα, χρησιμοποιώντας αυτή τη φορά προϊόντα με χαμηλότερο ΥΑ.

Ε΄ ΦΑΣΗ:

Στην πέμπτη φάση προσπάθησαν να βρουν τρόπους επαναχρησιμοποίησης και εξοικονόμησης του νερού με βάση τις κατηγορίες που πραγματεύτηκαν στην πρώτη δραστηριότητα (εσωτερική, εξωτερική και εικονική χρήση), ενώ παράλληλα προσπάθησαν να βρουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα αυτών με βάση τους τρεις πυλώνες της Αειφορίας (οικονομία, κοινωνία, περιβάλλον).

ΣΤ΄ ΦΑΣΗ:

Τους δόθηκε ένα σενάριο, το οποίο περιλαμβάνει παιχνίδι ρόλων και δραματοποίηση, καθώς και καρτέλες με τους χαρακτήρες του κάθε ρόλου. Οι φοιτητές/-τριες έπρεπε να χωριστούν σε επτά ομάδες (κάθε ομάδα αναλάμβανε και έναν ρόλο – Πρόεδρος ΕΥΔΑΠ, Περιφερειάρχης,

Δήμαρχος, Εκπρόσωπος Αγροτών, Ομάδα κατοίκων, Τουρίστες, Εκπρόσωπος ξενοδόχων) και έπρεπε να βρουν τρόπους εξοικονόμησης του νερού. Αφού αποφασίσουν τους τρόπους εξοικονόμησης και επαναχρησιμοποίησης του νερού, κάθε ομάδα θα έπρεπε να βγάλει έναν αντιπρόσωπο, ώστε να λάβει μέρος στη σύσκεψη του τοπικού συμβουλίου. Μετά το τέλος του παιχνιδιού, η τάξη συζήτησε τις αξίες που πρέσβευε κάθε ρόλος και αν οι τρόποι που πρότειναν οι ρόλοι στο συμβούλιο στηρίζονταν στους πυλώνες της Αειφορίας.

Η΄ ΦΑΣΗ:

Οι φοιτητές/-τριες σχεδίασαν πάλι έναν ατομικό χάρτη εννοιών με βάση τις ίδιες οδηγίες που τους είχαν δοθεί αρχικά.

3. Αποτελέσματα

Στην παρούσα έρευνα, η οποία βρίσκεται στο αρχικό στάδιο της επεξεργασίας των δεδομένων, αναμένεται ότι οι φοιτητές/-τριες θα έχουν κατανοήσει την έννοια του Υδατικού Αποτυπώματος, πότε αυξάνεται αλλά και πότε μειώνεται, καθώς και ποιες περιβαλλοντικές αξίες διακυβεύονται με βάση τις καθημερινές ενέργειες μας και τη διατροφή μας. Επίσης, αναμένεται να ευαισθητοποιηθούν και να αρχίσουν να υιοθετούν περισσότερο βιώσιμες καθημερινές διατροφικές συμπεριφορές.

4. Βιβλιογραφία

- Αντωνιάδης, Ι. Δ. (2012). *Περιβαλλοντική Ηθική και Εκπαίδευση*, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου. Πάτρα.
- Γεωργόπουλος, Α. (2002). *Περιβαλλοντική Ηθική*, Αθήνα. Εκδόσεις: Gutenberg. ISBN 9789600109214.
- Allan, J.A. (1993). Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible. In: *Proceedings of the conference on priorities for water resources allocation and management. Natural Resources and Engineering Advisers Conference*, 13–26. Southampton, July 1992, Overseas Development Administration, London. ISBN 0-90-2500-49-X.
- Blatt, M. M., & Kohlberg, L. (1975). The effects of classroom moral discussion upon children's level of moral judgment. *Journal of Moral Education*, 4(2), 129- 161. Doi: 10.1080/0305724750040207.
- Hoekstra, A. Y., & Chapagain, A. K. (2008). The global component of freshwater demand and supply: an assessment of virtual water flows between nations as a result of trade in agricultural and industrial products, *Water International*, 33(1), 19-32. <https://doi.org/10.1080/02508060801927812>
- Hoekstra, A.Y., & Hung, P.Q. (2002). Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
- Nash, R.F. (1989). *The Rights of Nature: A History of Environmental Ethics*, The University of Wisconsin Press. Madison, Wisconsin. <https://doi.org/10.1177/027046769101100147>.
- Patry, J.-L., Weinberger, A., Weyringer, S., & Nussbaumer, M. (2013). Combining values and knowledge education. In B. J. Irby, G. Brown, R. Lara-Alecio & Sh. Jackson (Eds.), *The Handbook of Educational Theories* (p. 565-579). Charlotte, N.C., USA: IAP- Information Age Publishing.
- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and Validation of Brief Measures of Positive and Negative Affect: The PANAS Scales, *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(6), 1063-1070. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.6.1063>.

Μια πρόταση για την ένταξη του περιεχομένου Νανοεπιστήμης & Νανοτεχνολογίας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, μέσα από απλά πειράματα

Γεώργιος Μπατσιόλας¹ & Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης²

¹Μεταπτυχιακός Φοιτητής, ²Καθηγητής

ΠΜΣ 'Διδακτική της Φυσικής και Εκπαιδευτική Τεχνολογία',
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Μια σύγχρονη πρόκληση για την εκπαιδευτική κοινότητα αποτελεί η ενσωμάτωση περιεχομένου Νανοεπιστήμης – Νανοτεχνολογίας (N-ET) σε όλες τις βαθμίδες, καθώς η N-ET αποτελεί τομέα με ταχεία ανάπτυξη και έντονο κοινωνικό αντίκτυπο που απασχολεί ιδιαίτερα την επιστημονική κοινότητα. Η παρούσα εργασία αποτελεί μια πρόταση για την ένταξη του περιεχομένου N-ET στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, μέσω απλών δραστηριοτήτων και πειραμάτων επίδειξης, βασιζόμενη σε βασικές έννοιες που στην βιβλιογραφία ονομάζονται «Μεγάλες Ιδέες» (MI). Περιγράφεται συνοπτικά η πορεία, η μεθοδολογία και το στάδιο στο οποίο βρίσκεται η εργασία, ενώ παρουσιάζονται ιδέες για τα επόμενα στάδια της έρευνας.

Abstract

A modern challenge for education is the integration of Nanoscience and Nanotechnology (N-ST) concepts across all levels, as N-ST intensely preoccupies the scientific community, with rapid development and social impact. The present work is a proposal for the integration of N-ST concepts in secondary education, based on core elements, called “Big Ideas”, through simple activities and demonstration experiments. This paper describes the current stage and the methodology of the research, while ideas for the next steps are presented.

1. Εισαγωγή

Η N-ET αποτελεί κλάδο αιχμής για την επιστήμη και την κοινωνία ενώ η ικανοποίηση για μελλοντικές ανάγκες σε νανο-ειδικευμένο εργατικό δυναμικό προϋποθέτει οι μαθητές να εκτίθενται σε έννοιες της N-ET από το σχολείο (Schönborn et al., 2016). Επιπλέον, οι εφαρμογές της N-ET, άμεσα συνδεδεμένες με την καθημερινότητα των μαθητών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέσο αύξησης του ενδιαφέροντος για την επιστήμη (Sakhnini & Blonder, 2016). Η καλλιέργεια του «νανο-γραμματισμού» αποσκοπεί στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και της γνώσης των σχετιζόμενων κοινωνικών ζητημάτων, ενώ απαιτεί προσεκτικά σχεδιασμένες παρεμβάσεις νανο-εκπαίδευσης. Προς αυτή την κατεύθυνση, έχουν γίνει προτάσεις ώστε η νανο-εκπαίδευση να βασίζεται στην διαπραγμάτευση βασικών εννοιών της N-ET (Hignant & Albe, 2010), τις «Μεγάλες Ιδέες» (MI) της νανοκλίμακας, θεμελιώδεις έννοιες, που επιτρέπουν στους μαθητές να αποκτήσουν το θεωρητικό υπόβαθρο έτσι ώστε στη συνέχεια να επεξεργαστούν νοητικά το αντικείμενο της N-ET.

Οι Μεγάλες Ιδέες που αποτελούν τον πυρήνα της N-ET, και κατ' επέκταση τη βάση για κάθε προσπάθεια ένταξής της στην εκπαίδευση, είναι: 1) το μέγεθος και η κλίμακα, 2) η δομή της ύλης, 3) οι ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος, 4) οι δυνάμεις και οι αλληλεπιδράσεις, 5) τα κβαντικά φαινόμενα, 6) η αυτο-οργάνωση, 7) τα εργαλεία, 8) τα μοντέλα και οι προσομοιώσεις, 9) η σχέση νανοεπιστήμης, τεχνολογίας και κοινωνίας (Stevens et al, 2009).

Η παρούσα εργασία, αποτελεί τμήμα διπλωματικής εργασίας η οποία πραγματεύεται την ένταξη περιεχομένου N-ET στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, βασιζόμενη σε επιλεγμένες μεγάλες ιδέες για τη νανοκλίμακα, κάνοντας χρήση απλών δραστηριοτήτων που μπορούν να εκτελέσουν οι μαθητές και πειραμάτων επίδειξης. Στο συγκεκριμένο τμήμα, επικεντρωνόμαστε στα εξής:

- (α) ποιες είναι οι γνώσεις και η στάση των εκπαιδευτικών, γενικά σε θέματα N-ET,
- (β) ποια είναι η στάση τους ως προς το επιλεγμένο περιεχόμενο N-ET και τις δραστηριότητες που το πλαισιώνουν και
- (γ) πώς το αξιολογούν και αν ενδιαφέρονται να το εφαρμόσουν στις τάξεις τους.

2. Μεθοδολογία

Πορεία έρευνας

Αφετηρία της έρευνας ήταν η βιβλιογραφική επισκόπηση και αναζήτηση δραστηριοτήτων, με έμφασή στο περιεχόμενο της N-ET μέσα από τις Μεγάλες Ιδέες. Αρχικά έγινε καταγραφή 136 δραστηριοτήτων ενώ στην συνέχεια έγινε αντιστοίχιση και ταξινόμηση σε θεματικές περιοχές και σύνδεση με τις ΜΙ. Λαμβάνοντας υπόψη τις γνωστικές διαδικασίες και τα επίπεδα κατανόησης των μαθητών, όπως παρουσιάζονται διεξοδικά στο έργο «The ‘big ideas’ of nanoscale science and engineering: A guidebook for secondary teacher (Stevens et al, 2009)», επιλέχθηκαν οι μεγάλες ιδέες στις οποίες θα βασιστεί η παρέμβαση, με τις δραστηριότητες που θα τις πλαισιώνουν, κατάλληλα τροποποιημένες όπου χρειάζεται για το εγχείρημα.

Για την αξιολόγηση των παραπάνω επιλογών και την καταγραφή των στάσεων απέναντι σε αυτές, σχεδιάστηκαν και πραγματοποιήθηκαν 3 εργαστήρια (Πίνακας 1), προς εν ενεργεία εκπαιδευτικούς.

Κάθε workshop είχε μια σειρά δραστηριοτήτων με αντίστοιχα φύλλα εργασίας, με χειραπτικό (χρήση οργάνων – πειραματισμός) και νοητικό φορτίο (ταξινόμηση, επεξεργασία δεδομένων, γραφικές παραστάσεις κλπ.).

Σκοπός ήταν τα workshop να αποτελούνται από ολοκληρωμένες αλλά και αυτόνομες ενότητες με κλιμακωτή διάρθρωση και στόχο την οικοδόμηση επιστημονικά ορθού θεωρητικού υποβάθρου, ώστε οι συμμετέχοντες να κατανοήσουν τα φαινόμενα που πραγματεύονται στην νανοκλίμακα σε αφετηριακό επίπεδο, αναγνωρίζοντας στοιχεία όπως π.χ. το μέγεθος του αντικειμένου, η μέτρηση μεγεθών με την βοήθεια οργάνων κ.λπ.

Στην κατεύθυνση αυτή χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο το Μοντέλο της Εκπαιδευτικής Αναδόμησης (Model of Educational Reconstruction – MER), όπως προτείνεται από τους Duit (2007) και Duit et al. (2012). Βασικό στοιχείο του μοντέλου είναι η διαδικασία μετατροπής της επιστημονικής γνώσης σε «γνώση προς διδασκαλία», μέσω ανάλυσης στα στοιχεία της (elementarization), προσδιορισμού των κεντρικών ιδεών (core elements) και δόμησης του περιεχομένου προς διδασκαλία λαμβάνοντας υπόψη τις ιδέες και δυσκολίες των μαθητευόμενων. Σύμφωνα με το MER, ο μετασχηματισμός γίνεται με 3 αλληλεπιδρώσες συνιστώσες:

- (α) ανάλυση του επιστημονικού περιεχομένου,
- (β) έρευνα για τη διδασκαλία και τη μάθηση,
- (γ) σχεδιασμός και αξιολόγηση του διδακτικού/μαθησιακού περιβάλλοντος.

Περιγραφή των εργαστηρίων (workshop)

Το πρώτο workshop πραγματοποιήθηκε δια ζώσης, ενώ τα υπόλοιπα δυο εξ αποστάσεως. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, οι μεγάλες ιδέες στις οποίες βασίστηκαν οι ενότητες ήταν (i) το μέγεθος και κλίμακα, (ii) ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος, (iii) εργαλεία και όργανα,

(iv) ιεραρχική δομή, και ένα πείραμα επίδειξης για τη δημιουργία κολλοειδούς διαλύματος νανοσωματιδίων.

Πίνακας 1 : Περιεχόμενο - δραστηριότητες των workshops και σύνδεση με τις ΜΙ στην Νανοκλίμακα (σε παρένθεση)

Workshop 1 (δια ζώσης)	Workshop 2 (τηλεδιάσκεψη)	Workshop 3 (τηλεδιάσκεψη)
1. Προσδιορισμός αντικειμένων με χρήση κλίμακας - από τον μακρόκοσμο στον νανόκοσμο (<i>μέγεθος & κλίμακα</i>)	5. Πείραμα επίδειξης: Δημιουργία κολλοειδούς διαλύματος νανοσωματιδίων	7. Υπερυδροφοβικότητα – χαρακτηρισμός επιφανειών (<i>ιεραρχική δομή</i>)
2. Διάλυση δισκίου σε νερό (<i>ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος</i>)		
3. Εργαλεία μελέτης του νανόκοσμου (<i>εργαλεία & όργανα</i>)	6. Το χρώμα των ΝPs και ερμηνεία φασμάτων διαλυμάτων ΝPs (<i>ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος</i>)	8. Μελέτη φωτογραφιών επιφανειών υπερυδροφобων υλικών με ψηφιακά εργαλεία (<i>ιεραρχική δομή</i>)
4. Ανίχνευση νανοσωματιδίων μέσω αλληλεπίδρασης με το φως (<i>μέγεθος & κλίμακα, εργαλεία & όργανα</i>)		

Ερευνητικά εργαλεία και μέθοδος συλλογής δεδομένων

Για την αξιολόγηση του εγχειρήματος χρησιμοποιήθηκαν:

- (i) ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο προσανατολισμού που συμπλήρωσαν οι εκπαιδευτικοί πριν το πρώτο workshop,
- (ii) έντυπα και ηλεκτρονικά φύλλα εργασίας δραστηριοτήτων, τα οποία συμπλήρωναν οι εκπαιδευτικοί κατά την διάρκεια των workshop,
- (iii) ηχογράφηση ομάδων του 1^{ου} workshop και καταγραφή (βιντεοσκόπηση) του 2^{ου} και 3^{ου} workshop που πραγματοποιήθηκαν εξ αποστάσεως,
- (iv) ηλεκτρονικά ερωτηματολόγια εντυπώσεων - αξιολόγησης για κάθε workshop.

Συμμετέχοντες

Ο συνολικός αριθμός των συμμετεχόντων που συμπλήρωσαν το εισαγωγικό ερωτηματολόγιο πριν το 1^ο Workshop ήταν 30, ενώ οι συμμετέχοντες στις τηλεσυναντήσεις του 2^{ου} και 3^{ου} Workshop ήταν 10 και 9 αντίστοιχα. Από το σύνολο των συμμετεχόντων, το τελικό δείγμα περιορίστηκε στους 6 εν ενεργεία εκπαιδευτικούς δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, με εμπειρία στην διδασκαλία Φυσικών Επιστημών - 5 εκπαιδευτικούς ειδικότητας ΠΕ04.01 Φυσικούς και 1 εκπαιδευτικό ΠΕ04.04 Βιολόγο, με έτη υπηρεσίας από 15 έως 28 έτη – οι οποίοι συμπλήρωσαν το σύνολο του υλικού, δηλαδή το ερωτηματολόγιο προσανατολισμού, τα φύλλα εργασίας των δραστηριοτήτων και τα ερωτηματολόγια εντυπώσεων - αξιολόγησης.

3. Αποτελέσματα και συζήτηση

Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν στο 3^ο Συνέδριο Νέων Ερευνητών. Όσον αφορά το 1^ο ερώτημα, όπως φαίνεται στον πίνακα 2, οι εκπαιδευτικοί έχουν θετική στάση απέναντι σε θέματα Ν-ΕΤ και θα προέτρεπαν τους μαθητές να ασχοληθούν και να ενημερωθούν για αυτά. Ωστόσο, δεν είναι ενημερωμένοι για φαινόμενα που συνδέονται με το περιεχόμενο της Ν-ΕΤ και κατ' επέκταση δεν αισθάνονται ικανοί να διαχειριστούν τέτοιο περιεχόμενο.

Πίνακας 2 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα ανίχνευσης στάσεων των εκπαιδευτικών σε θέματα N-ET

Ερώτημα	Σύνολο	1	2	3	4	5
Θα επιδιώκατε να συμμετέχετε σε συζητήσεις σε θέματα επίκαιρα με τον κλάδο της N-ET;	30	1 (3.3%)	3 (10%)	4 (13.3%)	8 (26.7%)	14 (46.7%)
Πόσο ικανός αισθάνεστε να διαχειριστείτε θέματα N-ET;	30	9 (30%)	13 (43.3%)	7 (23.3%)	1 (3.3%)	0 (0%)
Γνωρίζετε φυσικά φαινόμενα τα οποία συνδέονται με την N-ET;	30	6 (20%)	11 (36.7%)	7 (23.3%)	5 (16.7%)	1 (3.3%)
Πιστεύετε ότι έχετε την δυνατότητα να προσδιορίσετε την ορθότητα των πληροφοριών που σχετίζονται με την N-ET στο διαδίκτυο ή τα ΜΜΕ;	30	3 (10%)	7 (23.3%)	9 (30%)	10 (33.3%)	1 (3.3%)
Θα προτρέπατε τους μαθητές σας να ασχοληθούν με θέματα N-ET;	30	0 (0%)	1 (3.3%)	2 (6.7%)	9 (30%)	18 (60%)

Υπόμνημα: Η κλίμακα απαντήσεων είναι 5-βάθμια και κυμαίνεται από το "καθόλου" (1) στο "πάρα πολύ" (5).

Πίνακας 3 : Ενδεικτικές ερωτήσεις ανίχνευσης γνώσεων των εκπαιδευτικών σε θέματα N-ET

Ερώτημα	Επιστημονικά αποδεκτές απαντήσεις (%)
Ποιο νόημα αποδίδετε στον όρο Νανοκλίμακα	38%
Τί χρώμα πιστεύετε ότι έχουν οι κόκκοι σκόνης χρυσού;	69%
Τί χρώμα πιστεύετε ότι έχουν τα νανοσωματίδια χρυσού;	27%
Τί χρώμα πιστεύετε ότι έχουν τα άτομα χρυσού;	39%
Αναφέρετε εργαλεία μελέτης του νανόκοσμου	65%

Στον Πίνακα 3, παρουσιάζονται ενδεικτικά αποτελέσματα από το αρχικό ερωτηματολόγιο προσανατολισμού που αφορούν την καταγραφή των γνώσεων των εκπαιδευτικών σε θέματα N-ET. Σε συγκεκριμένες περιπτώσεις παρουσιάστηκαν εναλλακτικές ιδέες (π.χ. τα άτομα χρυσού έχουν χρώμα) αλλά και αδυναμίες όσον αφορά την περιγραφή εννοιών, ενώ οι απαντήσεις των εκπαιδευτικών παρουσίαζαν αποκλίσεις από τις επιστημονικές ερμηνείες φαινομένων. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η μείωση του ποσοστού επιστημονικά αποδεκτών απαντήσεων για την περίπτωση των νανοσωματιδίων σε σύγκριση με τα άτομα χρυσού.

Θετική φαίνεται να είναι η στάση των εκπαιδευτικών και ως προς το περιεχόμενο που τους παρουσιάστηκε ενώ αποτίμησαν θετικά το υλικό (Εικόνα 1) και γενικά έδειξαν μεγάλο ενδιαφέρον για το σύνολο των εργαστηρίων, όπως προκύπτει από την απομαγνητοφώνηση των workshops. Για το περιεχόμενο του 2^{ου} workshop, ήταν επιφυλακτικοί όσον αφορά την πραγματοποίηση εντός της τάξης του πειράματος επίδειξης δημιουργίας κolloειδούς διαλύματος νανοσωματιδίων, το οποίο απαιτεί τόσο εργαστηριακό εξοπλισμό χημείου, όσο και σχετική προετοιμασία και ακρίβεια κατά την παρασκευή.

Εικόνα 1: Δεδομένα από την αξιολόγηση των workshops από τους εκπαιδευτικούς.



4. Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, όσον αφορά τις γνώσεις των εκπαιδευτικών γύρω από θέματα N-ET, στη συγκεκριμένη έρευνα αναδείχθηκαν εναλλακτικές ιδέες, αδυναμίες όσον αφορά την περιγραφή εννοιών και ερμηνεία φαινομένων που εμφανίζονται στον νανόκοσμο, στοιχεία κοινά με αυτά των μαθητών. Τα θέματα αυτά αποσαφηνίστηκαν και καλύφθηκαν κατά την διάρκεια των workshops, όπως προκύπτει από τη συμπλήρωση των ηλεκτρονικών φύλλων εργασίας και την αξιολόγηση στο ερωτηματολόγιο εντυπώσεων-αξιολόγησης. Ωστόσο, το εγχείρημα της διδασκαλίας περιεχομένου N-ET είναι απαιτητικό και, με βάση τα αποτελέσματα, προκύπτει η ανάγκη επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών πριν να επιχειρηθεί η διδασκαλία στους μαθητές. Όσον αφορά την στάση τους, γενικά απέναντι στο περιεχόμενο της N-ET οι εκπαιδευτικοί έχουν θετική στάση και επιδεικνύουν ενδιαφέρον. Επίσης θετική στάση είχαν απέναντι στο υλικό που αναπτύχθηκε, ενώ παράλληλα έδειξαν ενδιαφέρον για την εφαρμογή του στην δική τους τάξη. Παρουσιάστηκαν επιφυλακτικοί απέναντι σε δραστηριότητες που απαιτούν εργαστηριακό εξοπλισμό ή αυξημένο νοητικό φορτίο (υπολογισμοί, κατασκευές γραφικών παραστάσεων κ.λπ.).

Επόμενο στάδιο της έρευνας, αποτελεί ο επανα-σχεδιασμός του εκπαιδευτικού υλικού που απευθύνεται σε μαθητές, με σκοπό να πραγματοποιηθεί πιλοτική εφαρμογή σε σχολικό περιβάλλον δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

5. Βιβλιογραφία

- Duit, R. (2007). Science Education Research Internationally: Conceptions, Research Methods, Domains of Research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1), 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: Jorde D., Dillon J. (eds) *Science Education Research and Practice in Europe. Cultural Perspectives in Science Education*, vol 5, pp 13-37. SensePublishers, Rotterdam. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8_2
- Hignant, B., & Albe, V. (2010). Nanosciences and nanotechnologies learning and teaching in secondary education: a review of literature. *Studies in Science Education* 46(2), 121-152. <https://doi.org/10.1080/03057267.2010.504543>

- Sakhnini, S., & Blonder, R. (2016). Nanotechnology applications as a context for teaching the essential concepts of NST. *International Journal of Science Education*, 38(3), 521–538. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1152518>
- Schönborn, K. J., Höst, G. E., & Palmerius, K. E. L. (2016). Nano education with interactive visualization. *Nano Today*, 11(5), 543–546. <https://doi.org/10.1016/j.nantod.2015.10.006>
- Stevens, S. Y., Sutherland L. M. & Krajcik J. S. (2009). *The ‘big ideas’ of nanoscale science and engineering: A guidebook for secondary teachers*. Arlington, VA: National Science Teachers Association Press. ISBN 978-1-935155-07-2

Διερεύνηση ψυχομετρικών ιδιοτήτων εργαλείου αξιολόγησης - γραπτού τεστ - μέσω της Θεωρίας Απόκρισης Στοιχείου

Αλέξανδρος Προσπαθόπουλος¹ & Δημήτριος Σταμοβλάσης²

¹ Μεταπτυχιακός φοιτητής ΠΜΣ Διδακτικής της Φυσικής, Τμήμα Φυσικής, ΑΠΘ

² Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Φιλοσοφίας και Παιδαγωγικής, ΑΠΘ

Περίληψη

Ένα σημαντικό ζήτημα που συχνά απασχολεί την εκπαιδευτική έρευνα είναι η αξιολόγηση εργαλείων μέτρησης (π.χ. τεστ δεξιοτήτων). Η σύγχρονη μεθοδολογία προτείνει προχωρημένες ψυχομετρικές προσεγγίσεις, μεταξύ των οποίων, είναι η εφαρμογή της Θεωρίας Απόκρισης Στοιχείου (Item Response Theory, IRT). Στην παρούσα εργασία, επιχειρήθηκε η διερεύνηση, μέσω της IRT, των ψυχομετρικών ιδιοτήτων ενός εργαλείου που αφορά στην κατανόηση των ιδιοτήτων των υλικών και ήταν μέρος της επίσημης αξιολόγησης φοιτητών της Πολυτεχνικής Σχολής του ΑΠΘ. Έτσι, περιορίστηκε ο αριθμός των ερωτήσεων σε μια κλίμακα αξιολόγησης μέσα από μια διαδικασία επιλογής, η οποία στην συγκεκριμένη έρευνα έδωσε έξι από τα αρχικά 15 ερωτήματα.

Abstract

Educational research often deals with the evaluation measurement tools ((i.e., exams). Contemporary methodology proposes advanced psychometric approaches, among which is the application of Item Response Theory (IRT). In the present study, an attempt was made to investigate, through IRT, the psychometric properties of an instrument designed to measure students' understanding of the behavior of metallic materials and was part of their official evaluation in the Polytechnic School of the Aristotle University of Thessaloniki. Thus, it is possible to limit the number of items in an evaluation scale through a selection process, which in the present case suggested six items from an original 15-item scale.

1. Εισαγωγή

Εκτεταμένες επιστημονικές έρευνες της τελευταίας εικοσαετίας προσπαθούν να απαντήσουν σε ερωτήματα που σχετίζονται με την μελέτη μεταβλητών που δεν είναι άμεσα παρατηρήσιμες και που ονομάζονται λανθάνουσες μεταβλητές (latent variables) (Baker, 2001). Λανθάνουσες μεταβλητές μπορεί να είναι οι στάσεις των ατόμων για διάφορα θέματα (π.χ. περιβάλλον), η κατάθλιψη κ.λπ. Στην εκπαίδευση μπορεί να είναι οι στάσεις των μαθητών, οι πεποιθήσεις τους και η γνώση στα διάφορα μαθήματα που διδάσκονται στο σχολείο. Ο παραδοσιακός τρόπος εκτίμησης των μεταβλητών αυτών προσεγγιζόταν με την Κλασική Θεωρία Μέτρησης (Classical Test Theory, CCT) (Edwards, 2009; Embretson & Reise, 2000) στην οποία η παρατηρούμενη τιμή είναι το άθροισμα της αληθινής τιμής που λαμβάνει το χαρακτηριστικό κάθε ατόμου και του τυπικού σφάλματος μέτρησης.

Η CCT έχει έναν αριθμό μειονεκτημάτων: α) θεωρεί ότι όλα τα ερωτήματα συνεισφέρουν με την ίδια βαρύτητα στην συνολική επίδοση, και β) η κατάταξη των υποκειμένων δεν καταλήγει σε διαστημική κλίμακα γιατί τελικά δεν είναι ευδιάκριτη η απόσταση τους σε μία κλίμακα ικανοτήτων (de Mars, 2010). Τα μειονεκτήματα αυτά αίρονται με τη Θεωρία Απόκρισης Στοιχείου (Item Response Theory, IRT), η οποία διερευνά κάθε στοιχείο (item) του εργαλείου μέτρησης ξεχωριστά καθώς και την συσχέτιση των παραμέτρων των στοιχείων του εκάστοτε εργαλείου μέτρησης με το λανθάνον χαρακτηριστικό ή μεταβλητή που εξετάζεται κάθε φορά και το οποίο ορίζεται ως θ , θ (Τσιγγίλης, 2019).

Η βασική ιδέα στην οποία στηρίζεται η IRT συνίσταται στο ότι η απάντηση σε μια ερώτηση του εργαλείου μέτρησης προσδιορίζεται τόσο από την ικανότητα του υποκειμένου όσο και από την δυσκολία της ερώτησης (Edwards, 2009). Η IRT έχει αναπτύξει ένα σύνολο μαθηματικών μοντέλων τα οποία συνδέουν με μη γραμμικό τρόπο τις παρατηρούμενες και τις λανθάνουσες μεταβλητές. Δηλαδή προσδιορίζουν την σχέση μεταξύ μη παρατηρούμενων συνεχών λανθανουσών μεταβλητών (π.χ. κατανόηση εννοιών των Υλικών) και την απόκριση σε συγκεκριμένη ερώτηση (item) (Edelen & Reeve, 2007). Ως εκ τούτου, είναι δυνατόν ο εξεταζόμενος να επιτύχει υψηλές επιδόσεις σε μία δοκιμασία χαμηλής δυσκολίας και χαμηλές επιδόσεις σε μία δοκιμασία υψηλής δυσκολίας και συνεπώς να διαμορφώσει μια εικόνα ικανότητας ανεξάρτητη από τις συγκεκριμένες ερωτήσεις που περιέχει το εκάστοτε εργαλείο αξιολόγησης (de Ayala, 2008). Πρέπει να σημειωθεί, ότι τα αποτελέσματα της εφαρμογής IRT περιορίζονται από την προϋπόθεση ότι η υπό εξέταση λανθάνουσα μεταβλητή πρέπει να είναι μονοδιάστατο μέγεθος.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνηθούν οι ψυχομετρικές ιδιότητες του εργαλείου αξιολόγησης, ενός γραπτού τεστ, που αφορά στη κατανόηση των εννοιών που διέπουν τα μεταλλικά υλικά.

Ανάμεσα στις κύριες ψυχομετρικές ιδιότητες είναι η αξιοπιστία και η εγκυρότητα. Η αξιοπιστία αναφέρεται στην ακρίβεια και τη συνέπεια μέτρησης ενός εργαλείου και πιο συγκεκριμένα στη συνέπεια των βαθμολογιών που θα προκύψουν από τα ίδια άτομα, αν εξεταστούν ξανά με το ίδιο εργαλείο αξιολόγησης ή με έναν αντίστοιχο τύπο. Η δε εγκυρότητα αναφέρεται στο βαθμό που το τεστ μετράει πράγματι αυτό για το οποίο έχει κατασκευαστεί και υποτίθεται ότι μετράει. Αυτό πρέπει να ελεγχθεί, γιατί μπορεί οι ερωτήσεις ενός τεστ να μην είναι οι πλέον κατάλληλες ή ο δημιουργός του τεστ να μην έχει συλλάβει σωστά την έννοια/ιδιότητα που θέλει να μετρήσει. Αυτό επιχειρείται μέσω της IRT, στοχεύοντας στον περιορισμό των ερωτημάτων της τελικής γραπτής διαδικασίας που δίνεται σε φοιτητές μέσω της επιλογής αυτών που εμφανίζουν τις υψηλότερες τιμές στην συνάρτηση πληροφορίας.

2. Μεθοδολογία

Με βάση ευρήματα που καταγράφει η σύγχρονη βιβλιογραφία (Toland, 2014), στο γραπτό τεστ που αξιολογείται με την μέθοδο IRT, εξετάζονται τα ερωτήματα σε σχέση με την ποσότητα της πληροφορίας που τα χαρακτηρίζει αλλά και την σταθερότητα της τιμής σε όλο το συνεχές του λανθάνοντος χαρακτηριστικού που στην παρούσα εργασία είναι η ικανότητα κατανόησης των εννοιών και διεργασιών των υλικών.

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε στις ακόλουθες φάσεις: βιβλιογραφική επισκόπηση, συλλογή δεδομένων, ανάλυση και επεξεργασία δεδομένων, αποτελέσματα και συμπεράσματα. Τα εμπειρικά δεδομένα συλλέχθηκαν από φοιτητές/τριες (N=74) του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής ΑΠΘ που βρίσκονται στο 4^ο εξάμηνο των σπουδών τους και παρακολουθούν το μάθημα «Επιστήμη και Τεχνολογία Υλικών II». Η φάση της καταγραφής των επιδόσεων στο τελικό γραπτό τεστ γνώσεων το οποίο διενεργήθηκε στο τέλος του εκπαιδευτικού εξαμήνου περιλάμβανε 3 κύρια θέματα και συνολικά 15 ερωτήματα. Το πρώτο θέμα (9 ερωτήματα) περιλάμβανε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, το δεύτερο θέμα (2 ερωτήματα) ερωτήσεις ανάπτυξης και διαγραμμάτων και το τρίτο θέμα (4 ερωτήματα) ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.

Στην επεξεργασία των δεδομένων αξιοποιήθηκε η *πληροφορία (I)*, η οποία ορίζεται ως ένας δείκτης αξιοπιστίας και αφορά κάθε μία ερώτηση ξεχωριστά. Η πληροφορία ορίζεται ως συνάρτηση τυπικού σφάλματος ($I = 1/SE^2$). Πιο συγκεκριμένα, το μέγεθος της πληροφορίας συνδέεται με τον βαθμό διάκρισης του στοιχείου, ενώ η περιοχή του λανθάνοντος χαρακτηριστικού στην οποία συγκεντρώνεται η πληροφορία συνδέεται με την δυσκολία του στοιχείου. Στην παρούσα εργασία για τον υπολογισμό της πληροφορίας εφαρμόζεται το

λογαριθμικό μοντέλο δύο παραμέτρων (2PL logistic model) προσδιοριζόμενο από δύο παραμέτρους και περιγράφεται από την εξίσωση πιθανότητας ορθής απόκρισης σε σχέση με το λανθάνον χαρακτηριστικό (Εξίσωση 1).

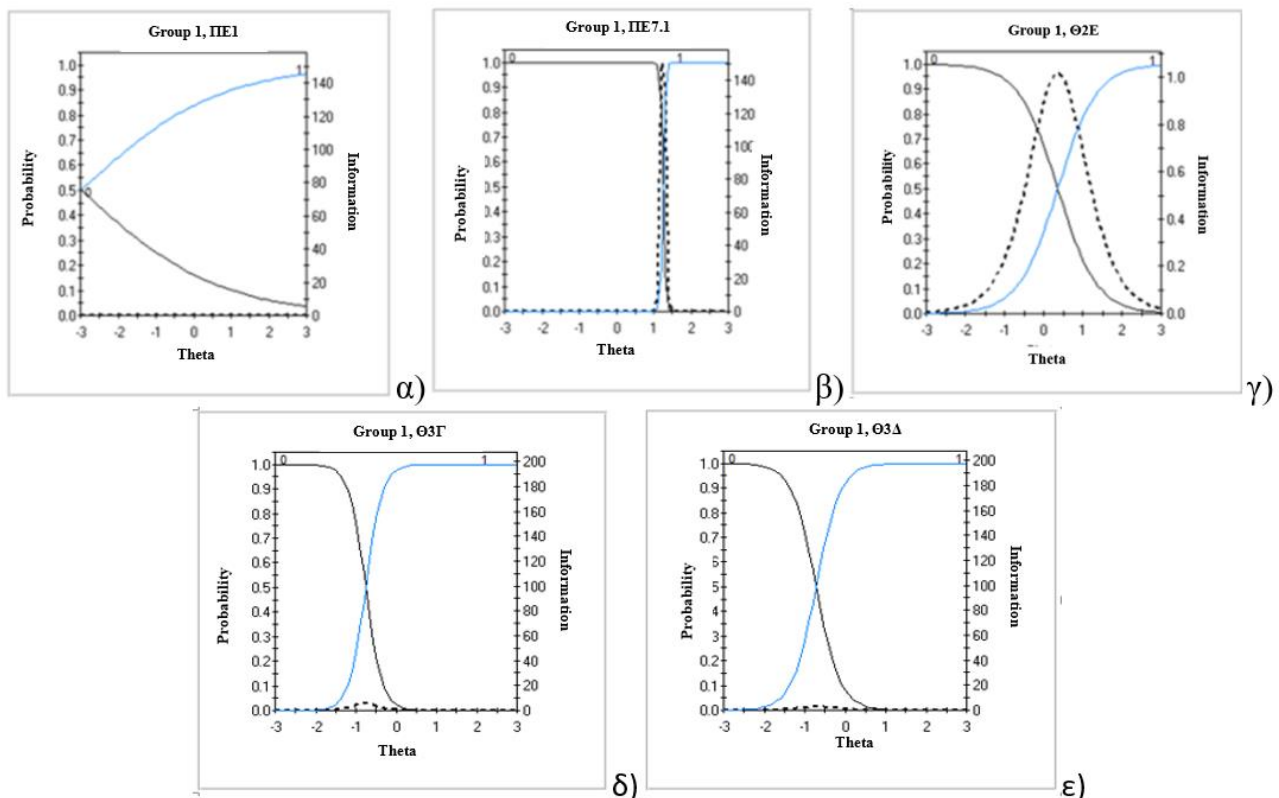
$$P(x_j = 1|\theta, \alpha_j, b_j) = \frac{1}{1 \pm e^{-\alpha(\theta - b_j)}} \quad (1)$$

Ο παράγοντας «α» αναφέρεται ως παράμετρος κλίσης (slope) ή διάκριση (discrimination) που τοποθετείται στον εκθέτη του e και μία παράμετρο ορίου (threshold) «b» για κάθε στοιχείο x_j (item). Η παράμετρος κλίσης slope αναφέρεται στο πόσο στενή σχέση έχει κάθε στοιχείο της κλίμακας σε μία κλίμακα πολλαπλών στοιχείων με την λανθάνουσα μεταβλητή. Υψηλότερες κλίσεις (slopes) αναφέρονται σε πιο στενές σχέσεις με την λανθάνουσα μεταβλητή. Η εφαρμογή της ανάλυσης πραγματοποιείται με την χρήση του στατιστικού λογισμικού IRTPRO3.0.

3. Αποτελέσματα

Στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται η οπτική αποτύπωση των χαρακτηριστικών παραμέτρων, πιθανότητας ορθής απάντησης και δυσκολίας και πληροφορίας, επιλεγμένων ερωτημάτων του γραπτού τεστ.

Εικόνα 1: Σχέση στοιχείου (item) και λανθάνοντος χαρακτηριστικού για ερωτήματα του γραπτού τεστ

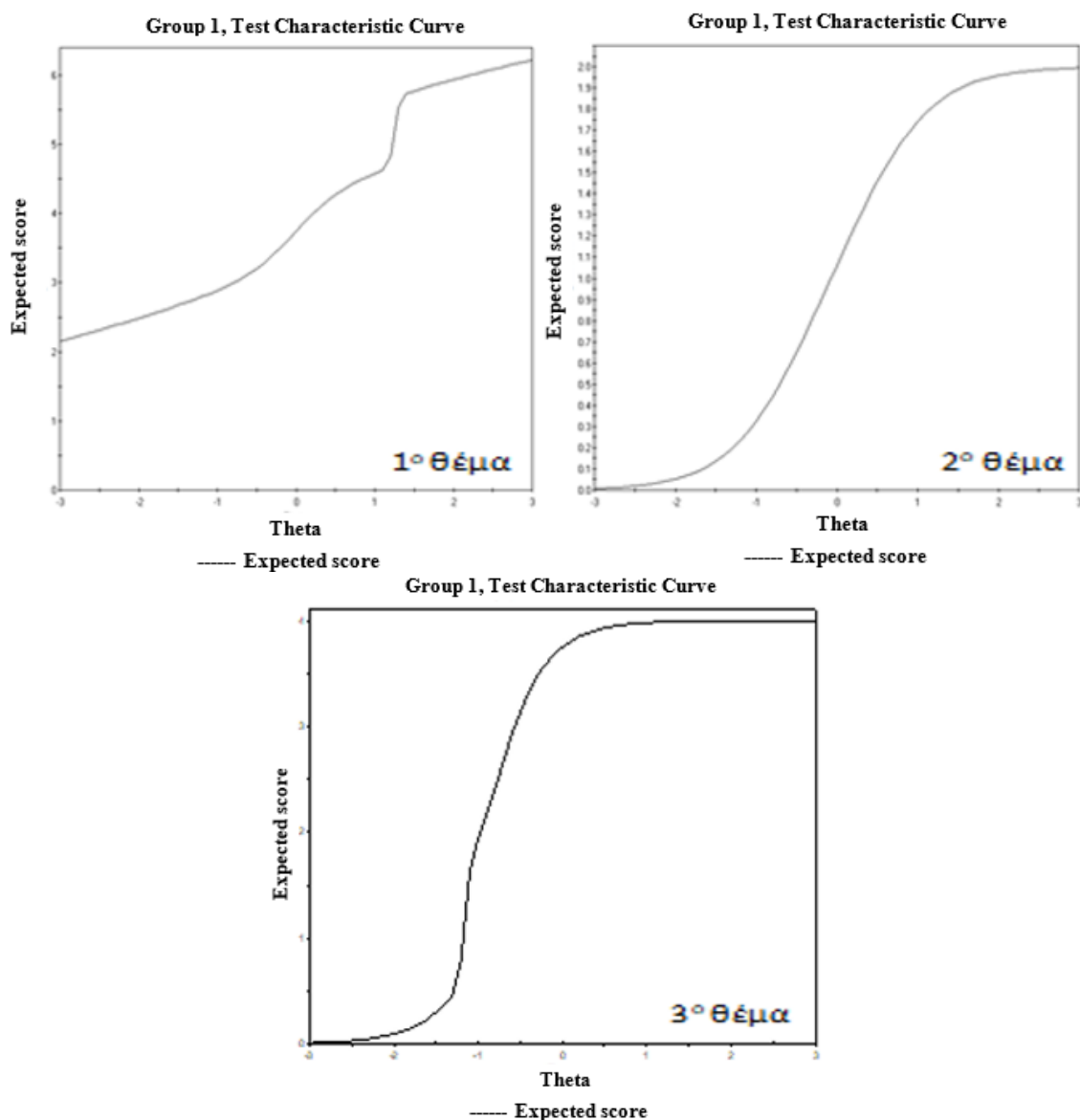


Συγκεκριμένα, στο ερώτημα της εικόνας 1α εμφανίζεται ερώτημα με μηδενική τιμή πληροφορίας (μαύρη διακεκομμένη γραμμή) καθώς και 50% πιθανότητα ορθής απόκρισης (μπλε γραμμή) όσο και 50% πιθανότητα λανθασμένης απόκρισης (μαύρη γραμμή) για πολύ χαμηλά επίπεδα λανθάνοντος χαρακτηριστικού. Στο ερώτημα της εικόνας 1β εμφανίζεται μέγιστη τιμή πληροφορίας σε υψηλά επίπεδα λανθάνοντος χαρακτηριστικού και μηδενική

πιθανότητα ορθής απόκρισης σε χαμηλά επίπεδα λανθάνοντος χαρακτηριστικού. Στο ερώτημα της εικόνας 1γ εμφανίζεται υψηλή τιμή πληροφορίας και μεγάλο εύρος σε όλο το συνεχές του λανθάνοντος χαρακτηριστικού με μεγάλη πιθανότητα λανθασμένης απόκρισης σε χαμηλά επίπεδα λανθάνοντος χαρακτηριστικού. Στα ερωτήματα των εικόνων 1δ και 1ε εμφανίζεται το φαινόμενο της αλληλοεπικάλυψης των τιμών των πληροφοριών σε παρόμοιας δυσκολίας ερωτήματα.

Όπως είδαμε κάθε φοιτητής που γράφει ένα θέμα και συγκεκριμένα υποερωτήματα (items) μπορεί για μια δεδομένη ικανότητα j , η συνάρτηση απόκρισης αντικειμένων (IRT) να προβλέψει την πιθανότητα μιας σωστής απόκρισης, ας πούμε $P_j(\theta_j; b_j)$. Το άθροισμα αυτών των πιθανοτήτων είναι το αναμενόμενο σκορ της ικανότητας j που φαίνεται παρακάτω για κάθε θέμα σε σχετικά γραφήματα (Εικόνα 2).

Εικόνα 2: Συνολικό σκορ της ικανότητας j για κάθε θέμα του εργαλείου αξιολόγησης - γραπτού τέστ



4. Συμπεράσματα

Με την αξιολόγηση των ερωτημάτων του γραπτού τεστ με τη μέθοδο IRT μπορούμε να διαχωρίσουμε τα πιο χρήσιμα στοιχεία, δηλαδή εκείνα που δίνουν τις περισσότερες πληροφορίες σε σχέση με την επίδοση των φοιτητών/τριών. Συνεπώς, το ερώτημα της εικόνας 1α απορρίπτεται αφού δεν παρουσιάζει ποσότητα και εύρος πληροφορίας. Το ερώτημα της εικόνας 1β γίνεται αποδεκτό αφού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση φοιτητών με υψηλά επίπεδα λανθάνοντος χαρακτηριστικού. Το ερώτημα της εικόνας 1γ εμφανίζει πολύ υψηλό ποσό πληροφορίας και εκτεταμένο εύρος κάλυψης σε όλο το συνεχές του λανθάνοντος χαρακτηριστικού, με συνέπεια να αποτελεί στοιχείο υψηλής αξιολόγησης. Το ερώτημα της εικόνας 1δ επιλέγεται σε σχέση με το ερώτημα της εικόνας 1ε, το οποίο απορρίπτεται, αφού το πρώτο εμφανίζει ίδιο εύρος πληροφορίας στην ίδια περιοχή αλλά ελαφρώς υψηλότερη τιμή πληροφορίας. Έτσι, με βάση την πληροφορία όλων των ερωτημάτων, υπάρχει η δυνατότητα να περιοριστεί ο αριθμός τους από τα αρχικά 15 ερωτήματα σε έξι, τα οποία μπορούν να αξιολογήσουν με υψηλή ακρίβεια το λανθάνον χαρακτηριστικό. Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα επιτρέπουν να κατανοήσουμε το επίπεδο της δυσκολίας και της διαχωριστικής ικανότητας που θα πρέπει να έχουν οι ερωτήσεις και βοηθούν στην τελική διαμόρφωση ενός έγκυρου, ακριβούς και ευέλικτου οργάνου αξιολόγησης.

Τα επόμενα βήματα, που θα πρέπει να ακολουθηθούν προκειμένου να βελτιωθεί η αξιοπιστία του γραπτού τεστ, είναι η διαγραφή των στοιχείων που προαναφέρθηκαν και ο υπολογισμός εκ νέου της πληροφορίας από τα εναπομείναντα στοιχεία.

Επίσης, εναλλακτικά θα μπορούσαν να αναπτυχθούν νέα στοιχεία τα οποία θα αξιολογούν τόσο χαμηλά (<0) όσο και αρκετά υψηλά (>1.5) επίπεδα του λανθάνοντος χαρακτηριστικού έτσι ώστε να αξιολογηθεί αυτό σε όλο το μήκος του.

Η μελλοντική σύγκριση παρόμοιας διάρθρωσης και ανάλογης διατύπωσης εργαλείων αξιολόγησης θα βοηθούσε επίσης στην βελτίωση της αξιολογικής ικανότητάς τους.

5. Βιβλιογραφία

Τσιγγίλης, Ν. (2019). Εξέταση των ψυχομετρικών χαρακτηριστικών εργαλείων μέτρησης με τη χρήση της Θεωρίας Απόκρισης Στοιχείου: Από τη Θεωρία στην Πράξη. *Hellenic Journal of Psychology*, 16, 335-376.

Baker, F. B. (2001). *The basics of item response theory* (2nd ed., ERIC Document Reproduction Service No. ED 458 219). College Park, MD: Eric Clearing House on Assessment and Evaluation

de Ayala, R. (2008). *The theory and Practice of Item Response Theory*. New York: Guilford Press. ISBN 978159385869

de Mars, C. (2010). *Item response theory*. New York: NY, Oxford University Press. ISBN: 9780195377033

Edelen, M. O., & Reeve, B. (2007). Applying Item Response Theory (IRT) modeling to questionnaire development, evaluation, and refinement. *Quality of Life Research*, 16, 5-18. doi 10.1007/s11136-007-9198-0.

Edwards, M. C. (2009). An introduction to Item Response Theory using the Need for Cognition Scale. *Social and Personality Psychology Compass*, 3(4), 507-529. doi.org/10.1111/j.1751-9004.2009.00194.x

Embretson, S. E., & Reise, S. P. (2000). *Item response theory for psychologists*. Mahwah, NJ: Erlbaum. ISBN: 978-0805828191

Toland, M. D. (2014) Practical Guide to Conducting an Item Response Theory Analysis. *The Journal of Early Adolescence*, 34(1), 120-151. <https://doi.org/10.1177/0272431613511332> .

Ευρετήριο Νέων ερευνητών και ερευνητριών

Υποψήφιοι διδάκτορες

Αγγελούδη Αναστασία, anastasia_ang@hotmail.com	17
Δάρατση Πασχαλία, pdaratzh@gmail.com	23
Δορούκα Πανδώρα, εκπαιδευτικός Α/θμιας, pandora.dorouka@gmail.com	27
Ζάχου Παναγιώτα, καθηγήτρια Β/θμιας, zachou.yo@gmail.com	33
Ζουρμπάκης Αλκίνοος Ιωάννης, alkiszzz@gmail.com	39
Κοκολάκη Αθανασία – Αντωνία, akokolaki@edc.uoc.gr	45
Νιτυράκης Αργύρης, agnipyraakis@edc.uoc.gr	51
Παπακωνσταντίνου Μαργαρίτα, καθηγήτρια Β/θμιας, pred18009@aegean.gr	57
Τζαμπάζη Άννα, καθηγήτρια Β/θμιας, atzampazi@eled.auth.gr	61
Τσόπογλου - Γκίνα Δέσποινα, dsopoglou@uowm.gr	67
Χρησιτίδου Ακριβή, achristidou@uowm.gr	73
Χρυσανθόπουλος Χρήστος, chrysantho@yahoo.gr	77

Μεταπτυχιακοί φοιτητές και φοιτήτριες

Βαϊτση Μαρία Ευαγγελία, mvaitsi@outlook.com	83
Βρυώνης Ηλίας, καθηγητής Β/θμιας, evryonis@yahoo.gr	87
Γαρυφαλλογιάννη Ευμορφία, evigary@yahoo.gr	93
Μπατσιόλας Γιώργος, gmpatsio@physics.auth.gr	97
Προσπαθόπουλος Αλέξανδρος, aleprospi@gmail.com	103

Ευρετήριο Επιβλεπόντων καθηγητών και επιβλεπουσών καθηγητριών

Καλογιαννάκης Μιχαήλ, αναπλ. καθηγητής, ΠΤΠΕ Παν. Κρήτης,
mkalogian@edc.uoc.gr

Μαλανδράκης Γεώργιος, επικ. καθηγητής, ΠΤΔΕ ΑΠΘ,
gmalandrakis@eled.auth.gr

Παπαγεωργίου Γεώργιος, καθηγητής, ΠΤΔΕ ΔΠΘ,
gpapageo@eled.duth.gr

Παπαδοπούλου Πηνελόπη, αναπλ. καθηγήτρια, ΠΤΝ Παν. Δυτ. Μακεδονίας,
ppapadopoulou@uowm.gr

Σέρογλου Φανή, αναπλ. καθηγήτρια, ΠΤΔΕ ΑΠΘ,
seroglou@eled.auth.gr

Σκουμιός Μιχάλης, αναπλ. καθηγητής, ΠΤΔΕ Παν. Αιγαίου,
skoumios@rhodes.aegean.gr

Σπύρτου Άννα, καθηγήτρια, ΠΤΔΕ Παν. Δυτ. Μακεδονίας,
aspirtou@uowm.gr

Σταμοβλάσης Δημήτριος, αναπλ. καθηγητής, Τμήμα Φιλ. & Παιδ. ΑΠΘ,
stadi@edlit.auth.gr

Στάμου Αναστασία, αναπλ. καθηγήτρια, Τμήμα Γερμ. Φιλολογίας, ΑΠΘ,
anstamou@del.auth.gr

Σταύρου Δημήτριος, καθηγητής, ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης,
dstavrou@edc.uoc.gr

Χατζηκρανιώτης Ευριπίδης, καθηγητής, Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ,
evris@physics.auth.gr

Ψύλλος Δημήτρης, αφυπ. καθηγητής, ΠΤΔΕ ΑΠΘ,
psillos@eled.auth.gr

Πρακτικά Συνεδρίου

ISSN 2623-3622

ISBN 978-618-85582-0-5