

Αξιοποίηση Τ.Π.Ε. στην περίπτωση της οριζόντιας διεπιστημονικής προσέγγισης στη διδασκαλία των Φ.Ε.

Ζώης Ασημακόπουλος¹, Ζαχαρούλα Σμυρναίου²

zoisasim@uoa.gr, zsmyrnaiou@eds.uoa.gr

¹ Εκπαιδευτικός ΠΕ04 - Υποψήφιος Διδάκτωρ ΠαιΤΔΕ ΕΚΠΑ,

² Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΠαιΤΔΕ ΕΚΠΑ

Περίληψη

Τα προγράμματα σπουδών των Φ.Ε. επιχειρούν να ενισχύσουν την καλλιέργεια γνώσεων και δεξιοτήτων, τη βιωματική μάθηση και να συνδέσουν την επιστήμη με την κοινωνία και το περιβάλλον. Όμως, παρ' όλες τις προσπάθειες από πλευράς Ε.Ε. και την αξιοποίηση σύγχρονων παιδαγωγικών πλαισίων, τα αποτελέσματα αναφορικά με την διάχυση των Φ.Ε. στην κοινωνία και την επιλογή επιστημονικής καριέρας δεν είναι τα αναμενόμενα. Στην παρούσα μελέτη διερευνάται η ποιοτική επίδραση του πλαισίου που προέκυψε από την διασύνδεση των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα και των τριών διαστάσεων των Επιστημονικών Προτύπων Επόμενης Γενιάς. Επιπρόσθετα γίνεται εστίαση στο βαθμό κατά τον οποίο η αξιοποίηση των Τ.Π.Ε μέσα από μια οριζόντια διασύνδεση των αντικειμένων των Φ.Ε., επιτυγχάνει να ενεργοποιήσει τους μαθητές για να προσεγγίσουν με επιστημονικό τρόπο μια προβληματική μέσα από τη διαπραγμάτευση και τη μελέτη ποικίλων αρχών των Φ.Ε.

Λέξεις κλειδιά: Τ.Π.Ε, δεξιότητες 21^{ου} αιώνα, Επιστημονικά Πρότυπα Επόμενης Γενιάς (NGSS), Φ.Ε.

Εισαγωγή

Η διδασκαλία των Φ.Ε. στην εκπαίδευση στοχεύει στη διερεύνηση του κόσμου και τη μελέτη σχετικών φαινομένων και γεγονότων. Όμως, παρά το γεγονός ότι εκπονούνται προγράμματα και δράσεις με πρωτοβουλία της Ε.Ε. και εφαρμόζονται σύγχρονες θεωρίες, η διάχυση των Φ.Ε. στην κοινωνία και την επιλογή επιστημονικής καριέρας δεν είναι τα αναμενόμενα (Jennifer Hurd, 2013). Σε αυτή την έρευνα η οποία εντάσσεται στα πλαίσια διδακτορικής διατριβής με τίτλο «Οριζόντια διεπιστημονική προσέγγιση στην διδασκαλία των Φ.Ε. με αξιοποίηση Τ.Π.Ε.», επιχειρείται να μελετηθεί κατά πόσο μια οριζόντια διδασκαλία των Φ.Ε. ως ενιαίο αντικείμενο και όχι ως διακριτά πεδία, με την συνδρομή ενός σύγχρονου παιδαγωγικού πλαισίου, επιτυγχάνει να ενεργοποιήσει το ενδιαφέρον των μαθητών για τις Φ.Ε. και να συμβάλει στην οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης.

Θεωρητικό πλαίσιο

Το εννοιολογικό μοντέλο που δημιουργήθηκε για αυτό το σκοπό, (Ο.Δ.Π.) «Οριζόντια διεπιστημονική Προσέγγιση στη διδασκαλία των Φ.Ε.» (Ασημακόπουλος, Σμυρναίου 2022) προέκυψε από τα σημεία σύγκλισης των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα (P21, 2019) και των τριών διαστάσεων των Επιστημονικών Προτύπων Επόμενης Γενιάς - NGSS (NRC, 2012a, 2012b). Σημαίνοντα ρόλο σε αυτή την εννοιολόγηση έχουν οι Τ.Π.Ε., μέσω της αξιοποίησης σε επλεγμένες φάσεις προσομοιώσεων φαινομένων (Python), παιχνιδιών καθοδηγούμενων από επιλογές (ChoiCo) και ρομποτικών πειραματικών διατάξεων (Lego Mindstorms EV3). Στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των δύο προσεγγίσεων.

Επιστημονικά Πρότυπα Επόμενης Γενιάς - Next Generation Science Standards

Τα πρότυπα αυτά υπογραμμίζουν τη σημασία της ενσωμάτωσης και κατανόησης των ιδεών της επιστήμης και δίνουν έμφαση στη δέσμευση στις επιστημονικές πρακτικές. (NRC, 2012a, Wright and Miller n.d., 2018). Οι τρεις διαστάσεις του προτύπου NGSS είναι:

α) Scientific Practices - Επιστημονικές πρακτικές (Δημιουργία επιστημονικών ερωτημάτων, Ανάπτυξη και αξιοποίηση μοντέλων, Οργάνωση και διενέργεια έρευνας, Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, Αξιοποίηση μαθηματικών και υπολογιστική σκέψη, Κατασκευή επεξηγήσεων και σχεδιασμός λύσεων, Ανάπτυξη επιχειρηματολογίας, Λήψη, αξιολόγηση και κοινοποίηση πληροφοριών). **β) Crosscutting Concepts - Διεπιστημονικές Αρχές - Έννοιες.** (Μοτίβα, Σχέση αίτιου - αποτελέσματος, Κλίμακες, Αναλογίες και ποσότητες, Συστήματα και μοντέλα συστημάτων, Ενέργεια και ύλη, Δομή και λειτουργία, Σταθερότητα και οι αλλαγές) **γ) Core Ideas - Θεμελιώδεις Επιστημονικές Ιδέες** (σε τέσσερα διακριτά πεδία: Φυσικές επιστήμες, Επιστήμες της ζωής, Επιστήμες της γης και του διαστήματος, Τεχνολογία, μηχανική και εφαρμογές των Φ.Ε.

Δεξιότητες του 21ου αιώνα - 21st Century Skills (3L's)

Ο οργανισμός Partnership for 21st Century Learning προσδιόρισε ικανότητες και δεξιότητες ζωτικής σημασίας για την επιτυχία στην εργασία και τη ζωή στον 21ο αιώνα. Αυτές ταξινομούνται σε 3 βασικές κατηγορίες 3L's (P21, 2019):

α) Δεξιότητες μάθησης και καινοτομίας (Κριτική Σκέψη, Δημιουργικότητα και καινοτομία, Συνεργασία, Επικοινωνία), **β) Δεξιότητες γραμματισμού** (Γραμματισμός στα Μέσα, Πληροφοριακός και Τεχνολογικός γραμματισμός), **γ) Δεξιότητες ζωής και καριέρας** (Ευελξία και προσαρμοστικότητα, Προτοβουλία και Αυτοκατεύθυνση, Ηγεσία και ανάληψη ευθύνης, Κοινωνικές και διαπολιτισμικές δεξιότητες, Παραγωγικότητα και λογοδοσία)

Εννοιολογική διασύνδεση NGSS και δεξιοτήτων 21^{ου} αιώνα

Μολονότι οι αναφορές που αφορούν στην διασύνδεση των παραπάνω προσεγγίσεων είναι περιορισμένες, παρέχουν σαφή εικόνα για τα σημεία σύνδεσης και την κοινή τους στόχευση. Οι Care et al. (2018) υποστηρίζουν πως η μεγαλύτερη επικάλυψη μεταξύ των δύο προτύπων βρίσκεται στις πρακτικές επιστήμης και μηχανικής και παρέχει μια σαφή εικόνα αναφορικά με τη βαθύτερη μάθηση σε ορισμένες ομάδες δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, και ειδικότερα στις γνωστικές. Ο Pellegrino (NRC, 2012b) επισημαίνει ότι η επικάλυψη αυτή παρέχει εικόνα για την βαθύτερη μάθηση και σε ομάδες δεξιοτήτων όπως είναι η επίλυση προβλημάτων και η περίπλοκη επικοινωνία. Οι Waters (2018) αναφέρουν «το NGSS εστιάζει έντονα στις δεξιότητες και τις προσδοκίες απόδοσης του 21ου αιώνα, οι οποίες συνδέονται με τις επιστημονικές και μηχανολογικές πρακτικές. Οι μαθητές έχουν ευκαιρίες για ανάπτυξη καθώς κατασκευάζουν γνώσεις μέσω πειραματισμού και συνεργασίας». Με βάση τις παραπάνω αναφορές, επιχειρήθηκε η δημιουργία μιας θεωρητικής προσέγγισης με κυρία στόχευση να επισημάνει τα οφέλη που προσφέρει μια τέτοια εννοιολόγηση στη διδασκαλία των Φ.Ε. Σε αυτή, επισημαίνεται ότι στο σύνολό τους οι δεξιότητες μάθησης, όπως η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα, η επίλυση προβλημάτων, η επικοινωνία και η συνεργασία μεταξύ των μαθητών εμφανίζονται με μεγάλη συχνότητα σε όλα τα στάδια εφαρμογής των επιστημονικών πρακτικών (Ασημακόπουλος & Σμυρναίου, 2022).

Μεθοδολογία έρευνας

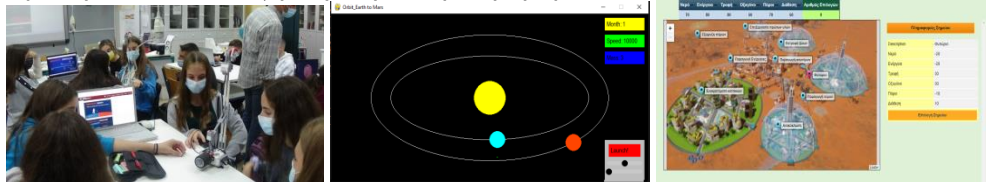
Ως καταλληλότερη μέθοδος για τις ανάγκες της μελέτης επιλέχθηκε η μέθοδος έρευνας μέσω σχεδιασμού. Πρόκειται για προσέγγιση που κινείται μεταξύ της εμπειρικής έρευνας και των

πειραμάτων σχεδιασμού και μας βοηθάει να κατανοήσουμε πως, πότε και με ποιό τρόπο οι εκπαιδευτικές καινοτομίες που σχεδιάζονται και εφαρμόζονται είναι αποτελεσματικές στον πραγματικό κόσμο. Όπως αναφέρουν οι McKenny & Reeves, (2018), Bakker, (2018) η έρευνα σχεδιασμού εστιάζει στο τι είναι δυνατό και όχι τι είναι πραγματικό και πραγματοποιείται μέσα από επαναλαμβανόμενους κύκλους σχεδιασμού, εφαρμογής και αναστοχασμού. Υποστηρίζει το συστηματικό σχεδιασμό και την αξιολόγηση διδακτικών προσεγγίσεων με την ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών (Υιαννουτσου & Κυπίγος, 2013). Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε τρία στάδια: α) σχεδιασμός δραστηριοτήτων και ψηφιακών δομημάτων με βάση το θεωρητικό πλαίσιο, β) πιλοτική εφαρμογή, συλλογή και ανάλυση δεδομένων, γ) αναστοχασμός, επανασχεδιασμός παρεμβάσεων, εφαρμογή κυρίως έρευνας.

Σχεδιασμός παρέμβασης - Ερευνητικά εργαλεία - Εφαρμογή

Με βάση τη διατύπωση της προβληματικής και τη βιβλιογραφική επισκόπηση σχεδιάστηκε μια ακολουθία δραστηριοτήτων. Τα ψηφιακά δομήματα που δημιουργήθηκαν υποστηρίζουν την διδακτική παρέμβαση, λαμβάνουν υπόψη και αναδεικνύουν τις θεωρητικές προσεγγίσεις και το μοντέλο της έρευνας. Η θεματική που επιλέχθηκε, «Η εξερεύνηση του διαστήματος και η δημιουργία αποικιών στον Άρη», προσφέρεται για διεπιστημονική διερεύνηση, συνδέεται με τα ενδιαφέροντα των μαθητών και έχει τις προδιαγραφές να ενεργοποιήσει το ενδιαφέρον τους. Τα φύλλα δραστηριοτήτων δημιουργήθηκαν με γνώμονα την οριζόντια διασύνδεση όλων το αντικειμένων των Φ.Ε και ενσωματώνουν σε επιλεγμένες φάσεις ψηφιακά δομήματα (Τ.Π.Ε.) με τα οποία αλληλεπιδρούν οι μαθητές, με στόχο τη διερεύνηση εννοιών των Φ.Ε. Κάθε ένα από τα ψηφιακά εργαλεία που αξιοποιήθηκε προσφέρει διαφορετική διάσταση στην αναπαράσταση των φαινομένων και εννοιών που διερευνούν οι μαθητές, είναι προσαρμοσμένα στις γνωστικές ανάγκες τους, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις κατά τις οποίες κάποια φαινόμενα ξεφεύγουν από την σφαίρα της εμπειρίας και της άμεσης παρατήρησης τους (Σμυρναίου, 2007). Έτσι στη φάση της μελέτης των συνθηκών που επικρατούν στη Γη και τον Άρη, οι μαθητές διερεύνησαν τις έννοιες της επιτάχυνσης της βαρύτητας και του βάρους και την επίδρασή τους στα έμβια όντα. Για τον υπολογισμό της τιμής της επιτάχυνσης της βαρύτητας αξιοποιήθηκε πειραματική διάταξη που δομήθηκε μέσω της πλατφόρμας Lego Mindstorms EV3 (<https://education.lego.com/en-gb/product-resources/mindstorms-ev3/downloads/ev3-science-resources>). Στη φάση διερεύνησης του ταξιδιού από τη Γη στον Άρη οι μαθητές αλληλεπιδράσαν με προσομοίωση σε γλώσσα Python/Pygame (<https://www.python.org/>) η οποία τους επιτρέπει να διερευνήσουν μέσω ενσωματωμένων χειριστηρίων (μάζα, ταχύτητα κ.α) τον ενδεδειγμένο χρόνο εκτόξευσης, τη διάρκεια του ταξιδιού και τις παραμέτρους που το επηρεάζουν. Το παιχνίδι προσομοίωσης καθοδηγούμενο από επιλογές ChoiCo (<http://etl.ppp.uoa.gr/choico/>) ενσωματώθηκε στο τελευταίο δίωρο της έρευνας και αφορά στη λειτουργία και διαχείριση μιας διαστημικής αποικίας, για την επιβίωση της οποίας οι μαθητές αξιοποιούν γνώσεις και έννοιες με τις οποίες αλληλεπιδράσαν σε όλες τις φάσεις της διερεύνησης (Σχήμα 1).

Προκειμένου να αξιολογήσουμε την επίδραση της έρευνας σε «πραγματικές» συνθήκες



Σχήμα 1. Υπολογισμός επιτάχυνσης της βαρύτητας (EV3), προσδιορισμός παραμέτρων διαστημικού ταξιδιού (Python), Παιχνίδι προσομοίωσης αποικίας (ChoiCo).

τυπικής τάξης δημόσιου σχολείου επιλέξαμε αμιγή τμήματα (ολομέλεια) και όχι ομίλους μαθητών. Η έρευνα υλοποιήθηκε σε δύο φάσεις το σχολικό έτος 2021 -22, στο εργαστήριο Φ.Ε. του 4^{ου} Γυμνασίου Δάφνης. Πιλοτική (έξι εβδομάδες) και κυρίως φάση (7 εβδομάδες) επί δύο ώρες. Το δείγμα αποτέλεσαν τέσσερα τμήματα της Β' τάξης, δύο σε κάθε φάση (46 και 48 μαθητές αντίστοιχα). Οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες 4 - 5 ατόμων. Κάθε ομάδα διέθετε φορητό Η/Υ για διερεύνηση στο διαδίκτυο και την αλληλεπίδραση με τα λογισμικά και τις διατάξεις που αξιοποιήθηκαν. Η ανάλυση των δεδομένων της πιλοτικής οδήγησε σε αναθεώρηση σε δύο επίπεδα. Το πρώτο αφορά στη σειρά εκτέλεσης των δραστηριοτήτων. Κάθε τμήμα της πιλοτικής είχε διαφορετική αφετηρία, το πρώτο από τις συνθήκες στη Γη και το δεύτερο από αυτές στον Άρη, ενώ στην κυρίως η διερεύνηση γινόταν παράλληλα στους δύο πλανήτες. Το δεύτερο αφορούσε στην ενσωμάτωση δραστηριότητας κατά την οποία οι μαθητές άλλαζαν τις παραμέτρους του μικρόκοσμου ChoiCo, όπου τους ζητήθηκε να δημιουργήσουν δική τους εκδοχή. Στόχος ήταν να αξιολογηθεί πως τα νοήματα που δημιουργήθηκαν κατά την έρευνα επηρέασαν τον επιστημονικό τρόπο σκέψης τους.

Αποτελέσματα

Από την ποιοτική ανάλυση των δεδομένων με το λογισμικό Atlas.ti (Networks, Code Cooccurrence Tables, Sankey Diagrams) προέκυψε ότι η ενεργός εμπλοκή των μαθητών με το πλαίσιο ΟΔΠ, δημιουργεί πρόσφορο έδαφος για την γνωστική ανάπτυξη των μαθητών, τη συνεργατική επίλυση προβλημάτων και την προώθηση των αποτελεσμάτων της έρευνας, αφού οι δεξιότητες αυτές κάνουν την εμφάνισή τους σε όλα τα στάδια εφαρμογής των επιστημονικών πρακτικών. Η ανάλυση ανέδειξε επίσης τη συμβολή των Τ.Π.Ε. και συγκεκριμένα την ποιοτική επίδραση των ψηφιακών δομημάτων στην ενεργοποίηση του ενδιαφέροντος των μαθητών και τη δημιουργία επιστημονικών νοημάτων, επιτρέποντας τους να διερευνήσουν έννοιες και να δημιουργήσουν νοήματα που σχετίζονται με πολύπλοκα φαινόμενα των Φ.Ε.

Συμπεράσματα

Το πλαίσιο Ο.Δ.Π., έχει τα χαρακτηριστικά που απαιτούνται ώστε να εμπλέξει ενεργά τους μαθητές σε μια οριζόντια διερεύνηση σύγχρονων θεμάτων που σχετίζονται με τις Φ.Ε. και να ενισχύσει το ενδιαφέρον τους στην κατεύθυνση οικοδόμησης της επιστημονικής γνώσης. Η αξιοποίηση τεχνολογικών περιβαλλόντων συνέβαλε σημαντικά στην άρση παρανοήσεων αλλά και τη μελέτη φαινομένων που δεν ήταν δυνατόν να αναπαρασταθούν με διαφορετικό τρόπο. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο εκμάθησης των Φ.Ε. οι επιστήμονες του αύριο θα αποκτήσουν το υπόβαθρο για να διεξάγουν έρευνες μικρής ή μεγάλης κλίμακας, να συλλέγουν και να αναλύουν δεδομένα, να αξιοποιούν ή /και να δημιουργούν μοντέλα συστημάτων, να κατασκευάζουν εξηγήσεις και να επιχειρηματολογούν υπέρ αυτών.

Αναφορές

- Bakker, A. (2018). What is design research in education? In *Design Research in Education* (pp. 3-22). Routledge.
- Care, E., Griffin, P., & Wilson, M. (Eds.). (2018). *Assessment and Teaching of 21st Century Skills: Research and Applications*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-65368-6>
- Jennifer Hurd. (2013, November 4). Lack of interest in science is hurting the economy. Retrieved from <http://thevarsity.ca/2013/11/04/lack-of-interest-in-science-is-hurting-the-economy/>
- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2018). *Conducting educational design research*. UK: Routledge.

- National Research Council. (2012a). Education for life and work: Developing transferable knowlEdge and skills in the 21st century. Washington, DC: The National Academies.
- National Research Council. (2012b). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC: The National Academies
- Partnership for 21st Century Learning, 2019. «Framework for 21st Network Definitions». Battelle for Kids, 2019.
- Waters, T. L. (2018.). The effects of the next generation science standards (NGSS) on teaching practices: An instrumental case study.
- Wright, Carey M., & Carissa M. Miller. n.d., 2018 "COUNCIL OF CHIEF STATE SCHOOL OFFICERS." 68.
- Yiannoutsou, N., & Kynigos, C. (2013). Boundary Objects in Educational Design Research: designing an intervention for learning how to learn in collectives with technologies that support collaboration and exploratory learning. In T. Plomp, N. Nieveen (Eds) Educational Design Research: Introduction and Illustrative Cases. SLO, Netherlands Institute for Curriculum Development, Enschede, The Netherlands, pp 357 - 379
- Ασημακόπουλος Ζ., Σμυρναίου Ζ. (2022). Εννοιολογική διασύνδεση Επιστημονικών Προτύπων Νέας γενιάς και Δεξιοτήτων 21ου αιώνα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. i-Teacher, 35, σελ 53-63. Διαθέσιμο σε http://i-teacher.net/files/35o_teyxos_i_teacher_11_2022.pdf
- Σμυρναίου Ζ. (2007): Εκπαίδευση και τεχνολογία: Εφαρμογές των τεχνολογιών της πληροφορίας και των επικοινωνιών στην εκπαίδευση. Ηρόδοτος: Αθήνα