



Ψηφιακός
Μετασχηματισμός
και Εκπαιδευτική Πράξη

ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανάλυση του σχεδιασμού διεπιστημονικών Project Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης:
Διαπιστώσεις από τις προσεγγίσεις των εκπαιδευτικών
Analysis of the design of interdisciplinary Educational Robotics and Art Projects: Findings
from educators' approaches

Κωνσταντίνος Γ. Μπεζαΐτης

A.M.: 21001

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ **Μαρία Τζελέπη, Δρ. Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας**

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ **Καρκαζής Παναγιώτης, Αναπληρωτής Καθηγητής Παν. Δυτικής Αττικής**
Παπανικολάου Κυπαρισσία, Καθηγήτρια ΑΣΠΑΙΤΕ
Μαρία Τζελέπη, Δρ. Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας

Φεβρουάριος 2024



**Ψηφιακός
Μετασχηματισμός
και Εκπαιδευτική Πράξη**

ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Ανάλυση του σχεδιασμού διεπιστημονικών Project Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης:
Διαπιστώσεις από τις προσεγγίσεις των εκπαιδευτικών

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

Α/ α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΑΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
	Παναγιώτης Καρκαζής	Αναπληρωτής Καθηγητής Παν. Δυτικής Αττικής	
	Κυπαρισσία Παπανικολάου	Καθηγήτρια ΑΣΠΑΙΤΕ	
	Μαρία Τζελέπη	Δρ. Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/η κάτωθι υπογεγραμμένος Μπεζαΐτης Κωνσταντίνος του Γεωργίου, με αριθμό μητρώου 21001 φοιτητής/τρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Ψηφιακός Μετασχηματισμός και Εκπαιδευτική Πράξη του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

**Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.*

Ο/Η Δηλών/ούσα



*** Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα**

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα

(Υπογραφή)

*** Εάν κάποιος επιθυμεί απαγόρευση πρόσβασης στην εργασία για χρονικό διάστημα 6-12 μηνών (embargo), θα πρέπει να υπογράψει ψηφιακά ο/η επιβλέπων/ουσα καθηγητής/τρια, για να γνωστοποιεί ότι είναι ενημερωμένος/η και συναινεί. Οι λόγοι χρονικού αποκλεισμού πρόσβασης περιγράφονται αναλυτικά στις πολιτικές του Ι.Α. (σελ. 6):**

https://www.uniwa.gr/wp-content/uploads/2021/01/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CC%81%CF%82_%CE%99%CE%B4%CF%81%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85%CC%81_%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CC%81%CE%BF%CF%85_final.pdf

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρακάτω ερευνητική εργασία διεξήχθη ως διπλωματική εργασία στο πλαίσιο του Διδρυματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Ψηφιακός Μετασχηματισμός και Εκπαιδευτική Πράξη» των πανεπιστημιακών ιδρυμάτων ΕΚΠΑ, ΠΑΔΑ και ΑΣΠΑΙΤΕ. Αντικείμενο της έχει τη διερεύνηση των διδακτικών πρακτικών που εφαρμόζουν οι εκπαιδευτικοί όταν αυτοί σχεδιάζουν, εφαρμόζουν και αποτιμούν σε διεπιστημονικά έργα που συνδυάζουν Εκπαιδευτική Ρομποτική και Τέχνη. Ο ερευνητικός σκοπός έχει τέσσερις συνιστώσες οι οποίες αφορούν την εξυπηρέτηση του διεπιστημονικού χαρακτήρα και τους τομείς της (συν)διαμόρφωσης στοχοθεσίας, της εφαρμογής και της αποτίμησης του σχεδιασμού μέσα από την ανατροφοδότηση από όλους τους συμμετέχοντες. Το δείγμα του ερευνητικού σχεδιασμού αφορά δύο ζεύγη εκπαιδευτικών οι οποίοι ακολούθησαν διαφορετική μέθοδο για το σχεδιασμό των εκπαιδευτικών τους παρεμβάσεων. Συγκεκριμένα, το ένα από αυτά χρησιμοποίησε τη Μεθοδολογία Σχεδιασμού FERTILE για τον σχεδιασμό ενός έντεχνου ρομποτικού project ενώ το άλλο ζευγός δεν αξιοποίησε κάποια μεθοδολογία σχεδιασμού. Έπειτα, οι εκπαιδευτικοί υλοποίησαν και αποτίμησαν την εφαρμογή του project που είχαν σχεδιάσει. Μετά, λήφθηκε δομημένη συνέντευξη από τα δύο ζεύγη για την προσέγγιση των ερευνητικών ερωτημάτων. Οι συνεντεύξεις απομαγνητοφωνήθηκαν και αναλύθηκαν ποιοτικά με παραγωγική μέθοδο ανάλυσης περιεχομένου πάνω σε προϋπάρχουσα βιβλιογραφία και σύμφωνα με την τυπολογία των Benav et al., αναφορικά με θέματα-πρακτικές που συναντώνται. Αυτές οι πρακτικές χωρίζονται σε πρακτικές Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, Τέχνης και Ενοποιημένων Πρακτικών, έγινε η αριθμητική τους σύγκριση και ο ποιοτικός σχολιασμός οδήγησε στην περιγραφή των σχεδιασμών τους μέσα από τα ευρήματα της έρευνας. Ταυτόχρονα, μέσα από την ίδια τυπολογία εξετάστηκε η παιδαγωγική προσέγγιση και ο εργαλειακός χαρακτήρας των επιμέρους κλάδων ή η ενιαία, ενοποιημένη και ενσωματωμένη με παιδαγωγικούς όρους ένταξη της Τέχνης σε ενοποιημένη διδασκαλία που περιέχει ΕΡ. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πολυάριθμες διαφορές μεταξύ των ζευγών και αυτό αποτυπώνεται τόσο στο πλήθος αλλά και το είδος των πρακτικών που αναδύθηκαν από τις συνεντεύξεις. Το ζεύγος που ακολούθησε τη μεθοδολογία FERTILE για το σχεδιασμό του ξεπέρασε τα όρια μεταξύ γνωστικών αντικειμένων και προσέγγισε μια διαθεματική διδασκαλία δημιουργώντας ένα υβριδικό αντικείμενο στη διδασκαλία του, ενώ το έτερο ζεύγος παρέμεινε προσκολλημένο στα επιμέρους αντικείμενα του, δηλαδή της Πληροφορικής και των Τεχνών. Σε ένα βαθμό αυτά τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν το σκιαγραφούμενο προφίλ των εκπαιδευτικών (ανά ζεύγη) που εμπλέκονται με την Εκπαιδευτική Ρομποτική σε διεπιστημονικά Projects. Τέλος, από τα ευρήματα αναδεικνύεται η χρόνια ανάγκη και αναζήτηση τρόπων υποστήριξης και επιμόρφωσης σε αυτό το νέο τρόπο αντιμετώπισης της διδασκαλίας ως ενιαία γνώση, για την καλλιέργεια των σύγχρονων δεξιοτήτων οι οποίες σύντομα (σύμφωνα με προσωπική εκτίμηση του εκπονητή) από «πρόσθετη αξία» φαίνονται να μετασχηματίζονται σε «προαπαιτούμενες δεξιότητες».

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Εκπαιδευτική Ρομποτική

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
1.1 Η Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ).....	8
1.2 Η ΕΡ στην Τυπική και Άτυπη Εκπαίδευση	9
1.3 Ο σχεδιασμός εκπαιδευτικών παρεμβάσεων με τη χρήση ΕΡ.....	13
1.4 Παρουσίαση της προβληματικής της έρευνας	15
1.5 Σκοπός της μελέτης και ερευνητικά ερωτήματα.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	19
2.1 Η ΕΡ συνδυάζεται με άλλα γνωστικά πεδία.....	19
2.1.1 Project Based Learning θεωρίες για ΕΡ.....	20
2.1.2 Inquiry based Learning και ΕΡ	20
2.1.3 Problem Based Learning και ΕΡ	21
2.1.4 FERTILE Design Methodology	23
2.2 Διεπιστημονικές προσεγγίσεις ΕΡ και τέχνης	26
2.2.1 Οι απαρχές του STEM.....	27
2.2.2 Η ιστορική σύνδεση μεταξύ Τεχνών και Επιστήμης	29
2.2.3 Η πορεία προς το STEAM	33
2.3 Το STEAM στην Εκπαιδευτική Ρομποτική	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΠΟΥ ΑΝΑΛΥΟΥΝ ΚΑΙ ΑΠΟΤΙΜΟΥΝ ΤΗ	
ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	43
3.1 Η Διαθεματικότητα ΕΡ και της Τέχνης στο πλαίσιο του STEAM.....	43
3.2 Η τυπολογία του Costantino (2015).....	44
3.3 Η Τυπολογία των Carter et al.	47
3.4 Η Τυπολογία του Iacob	50
3.3 Η Τυπολογία των Bevan et al.....	53
3.3.1 Εξετάζοντας τον Εργαλειακό Χαρακτήρα και την Παιδαγωγική Ισχύ με (βάση τους Bevan et al.)	56
3.3.2 Μονόπλευρα Εργαλειακή και μη Παιδαγωγική (πίνακας 7, τεταρτημόριο 1).....	59
3.3.3 Αμοιβαία Εργαλειακή και μη Παιδαγωγική (πίνακας 7, τεταρτημόριο 2)	61
3.3.4 Μονόπλευρα Εργαλειακή και Παιδαγωγική (πίνακας 7, τεταρτημόριο 3).....	63
3.3.5 Αμοιβαία εργαλειακή και Παιδαγωγική (πίνακας 7, τεταρτημόριο 4)	64
3.4 Αιτιολόγηση της τυπολογίας που χρησιμοποιείται για την έρευνα	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	72
4.1 Αιτιολόγηση-σκοπός της έρευνας.....	72
4.2 Είδος της έρευνας και η επιλογή του	74
4.2.1 Γιατί ποιοτική ανάλυση.....	74
4.2.2 Μεθοδολογία ποιοτικής ανάλυσης	74

4.3 Το πλαίσιο της έρευνας και οι συμμετέχοντες	76
4.4 Συλλογή δεδομένων	77
4.5 Ανάλυση δεδομένων	79
4.7 Ζητήματα δεοντολογίας και ηθικής	85
4.8 Περιορισμοί της έρευνας	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	88
5.1 Αποτελέσματα στα Ερευνητικά Ερωτήματα	88
5.1.1 Αποτελέσματα για το q.1.....	88
5.1.2 Αποτελέσματα για το q.2.....	90
5.1.3 Αποτελέσματα για το q.3.....	92
5.1.4 Αποτελέσματα για το Γενικό Ερευνητικό Ερώτημα RQ.....	95
5.2 Συμπεράσματα και συζήτηση	97
5.3 Περαιτέρω έρευνα	99
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΑΠΟΜΑΓΝΗΤΟΦΩΝΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΩΔΙΚΕΣ	101
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	118

ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζεται η θεματική περιοχή η οποία θα μελετηθεί, δηλαδή την εισαγωγή της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στην Εκπαίδευση και τα ζητήματα που παρουσιάζονται στη διδακτική, ώστε να καταλήξει στο ερευνητικό κενό όπως προκύπτει από τα παραπάνω. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται η βιβλιογραφική επισκόπηση του συνδυασμού της ΕΡ με διαφορετικά πεδία ξεκινώντας από μεθόδους για το σχεδιασμό εκπαιδευτικών παρεμβάσεων καθώς και η ενσωμάτωση της με άλλα θετικά αντικείμενα στο ενοποιημένο πλαίσιο του STEM. Τέλος, παρουσιάζονται οι διεπιστημονικές προσεγγίσεις ΕΡ και Τέχνης και πως από αυτές προέκυψε η ενοποίηση τους στο πλαίσιο του STEAM. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται προσεγγίσεις για την αποτίμηση της διαθεματικότητας. Ιδιαίτερη έμφαση και επεξήγηση δίνεται στο πλαίσιο που θα χρησιμοποιηθεί σε αυτή τη μελέτη για την έρευνα και αιτιολογείται η χρήση αυτής. Στο Τέταρτο κεφάλαιο αιτιολογείται η μεθοδολογία που θα ακολουθήσει η έρευνα. Δηλώνεται ο σκοπός, τα ερευνητικά ερωτήματα καθώς και το είδος της έρευνας, το πλαίσιο όπως επίσης οι μέθοδοι συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων. Στο τέλος του κεφαλαίου γίνεται αναφορά σε ζητήματα ηθικής και δεοντολογίας καθώς και στους περιορισμούς όπως αυτοί προκύπτουν από τη μεθοδολογία. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τα επιμέρους ερευνητικά ερωτήματα. Αυτά καταλήγουν στην απάντηση του κυρίως ερευνητικού ερωτήματος και τον ποιοτικό σχολιασμό των ευρημάτων που σκιαγραφούν το σχεδιασμό των συμμετεχόντων στην έρευνα. Στο τέλος του κεφαλαίου παρατίθενται τα συμπεράσματα και συζήτηση για περαιτέρω έρευνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Η Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ)

Το ρομπότ είναι ένα μηχάνημα που μέσω του απαιτούμενου προγραμματισμού μπορεί να πραγματοποιήσει μια σειρά από συγκεκριμένες εργασίες με προγραμματισμένες κινήσεις. Είναι ευπροσάρμοστο και εύκολα τροποποιήσιμο. Τα ρομπότ κατηγοριοποιούνται σε βιομηχανικά ρομπότ, σε αυτοκινούμενα, σε τηλεχειριζόμενα, σε ρομποτικούς χειριστές, σε πολύ-ρομποτικά συστήματα, σε βιομιμητικά και σε ανθρωποειδή. Αποτελούνται από τροφοδοτική μονάδα, από αισθητήρες, από μηχανισμό δράσης, από τη διεπαφή του χρήστη και από τον ελεγκτή. Μπορεί να λειτουργούν από μια συσκευή ελέγχου ή ο έλεγχος να υπάρχει μέσα τους.

Η εφαρμογή της Ρομποτικής γίνεται σε διάφορους τομείς της επιστήμης, αλλά και της ανθρώπινης καθημερινότητας, καθώς εφαρμόζεται στο διάστημα, στον στρατό, στην ιατρική και στην έρευνα, στις κατασκευές, στην παραγωγή προϊόντων και στην εκπαίδευση¹.

Η νοημοσύνη, η επιδεξιότητα, οι αισθήσεις, η εξουσία και η ανεξαρτησία αποτελούν τις πιο βασικές ιδιότητες που διαθέτουν τα ρομπότ σήμερα.

Η ανθρώπινη νοημοσύνη προέρχεται από το περίτεχνο και διασυνδεδεμένο δίκτυο νευρώνων μέσα στον ανθρώπινο εγκέφαλο. Αυτοί οι νευρώνες σχηματίζουν ηλεκτρικές συνδέσεις μεταξύ τους, αλλά παραμένει ασαφές πώς ακριβώς καλλιεργούν συλλογικά την εγκεφαλική δραστηριότητα όπως σκέψεις και συλλογισμοί. Ωστόσο, οι καινοτομίες στους τομείς των υπολογισμών και της εξόρυξης δεδομένων επιτρέπουν την ανάπτυξη τεχνητά ευφυών συστημάτων που αντικατοπτρίζουν την ανθρώπινη πνευματική ικανότητα. (Denis & Hubert, 2018).

Ένα ρομπότ γνωστό ως Kismet (που αναπτύχθηκε στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης) αποκεντρώνει τον υπολογισμό του διαχωρίζοντάς τον σε διαφορετικά επίπεδα επεξεργασίας. Τα υψηλότερα επίπεδα υπολογιστών ασχολούνται με περίπλοκες και τεχνικά προηγμένες διαδικασίες, ενώ οι χαμηλότεροι πόροι διατίθενται στην κουραστική και επαναλαμβανόμενη δραστηριότητα. Το Kismet λειτουργεί πολύ παρόμοια με το ανθρώπινο νευρικό σύστημα, το οποίο αποτελείται τόσο από εκούσια όσο και από ακούσια λειτουργικότητα (Denis & Hubert, 2018).

Η τεχνητή νοημοσύνη είναι μια αμφιλεγόμενη τεχνολογία, συμπεριλαμβανομένου του τρόπου με τον οποίο εφαρμόζεται η ορολογία της, καθώς και της υποκειμενικής φύσης της τεχνητής νοημοσύνης και δεν θα μπορούσε να αποτελέσει ποτέ μια μορφή συνείδησης. Σήμερα, μεγάλο μέρος της σύγχρονης συζήτησης για την ανθρώπινη τεχνητή νοημοσύνη περιστρέφεται γύρω από την έλλειψη αληθινών συναισθημάτων ή προσωπικότητας. Πιθανώς, ένα από τα πιο μοναδικά χαρακτηριστικά που χαρακτηρίζουν την ανθρωπότητα και την εξέλιξή της έναντι των ζώων είναι η ενσυναίσθηση – ένας ισχυρός οδηγός που επηρεάζει πολλές από τις αποφάσεις και τις ενέργειές μας. Οι μηχανές εξακολουθούν να στερούνται πραγματικής «συναισθηματικής νοημοσύνης» (Denis & Hubert, 2018).

Η τεχνολογία που ενδυναμώνει τις αισθήσεις των ρομπότ έχει συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στην εξέλιξη της ικανότητάς μας την ικανότητά μας για ηλεκτρονική επικοινωνία για πολλά χρόνια. Ηλεκτρονικοί μηχανισμοί επικοινωνίας, όπως μικρόφωνα και κάμερες, βοηθούν στη μετάδοση αισθητηριακών δεδομένων σε υπολογιστές μέσα σε προσομοιωμένα νευρικά

¹Πανεπιστήμιο Αιγαίου / Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων
ΠΜΣ Διδακτική Πληροφορικής & Επικοινωνιών / Φιλίππου Σ. - Μαυρόπουλος Ν.
icsdweb.aegean.gr/edurobots

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

συστήματα. Η αίσθηση είναι χρήσιμη, αν όχι θεμελιώδης για την αλληλεπίδραση των ρομπότ με ζωντανά, φυσικά περιβάλλοντα.

Η διάσπαση των ανθρώπινων αισθήσεων σε όραση, γεύση, ακοή, αφή και αίσθηση αποτυπώνεται κατά κάποιον τρόπο και στην τεχνολογία που εφαρμόζει η ρομποτική. Προσομοιωτές και μεταδότες μέσω σε βάσεις δεδομένων που συγκρίνουν τις πληροφορίες με τους υπάρχοντες ορισμούς και προδιαγραφές αποτυπώνουν την ακοή και την όραση.

Τα αυτόνομα οχήματα είναι ένα εξαιρετικό παράδειγμα του πώς λειτουργούν οι ρομποτικές αισθήσεις. Το αυτοκίνητο στοιβάζεται με αισθητήρες όπως LIDAR, RADAR, βιντεοκάμερες, GPS και κωδικοποιητές τροχών που του επιτρέπουν να συλλέγει δεδομένα από το περιβάλλον του σε πραγματικό χρόνο. Οι προηγμένοι αλγόριθμοι αντίληψης επεξεργάζονται στη συνέχεια αυτά τα ακατέργαστα δεδομένα για να επιτρέψουν στο AI να τα συγκρίνει με ένα σύνολο προκαθορισμένων στοιχείων. Με αυτόν τον τρόπο το όχημα θα μπορεί να αναγνωρίσει και, έτσι, να «αισθανθεί» άλλα αυτοκίνητα, οδικές πινακίδες, αυτοκινητόδρομους, πεζούς κ.λπ. (Denis & Hubert, 2018).

Η επιδεξιότητα σχετίζεται με τον βαθμό λειτουργικότητας των άκρων καθώς και με την ικανότητα κίνησης ενός σώματος. Στη ρομποτική, η επιδεξιότητα φτάνει στο μεγαλύτερο δυνατό σημείο, όταν διασφαλίζεται ισορροπία μεταξύ εξελιγμένου υλικού και προγραμματισμού υψηλού επιπέδου που ενσωματώνει την ικανότητα ανίχνευσης του περιβάλλοντα χώρου (Denis & Hubert, 2018).

Τα ρομπότ απαιτούν μια πηγή ενέργειας για τη λειτουργία και την απόδοσή τους ενώ η τελική απόφαση για το ποια μορφή ενέργειας παρέχει τη μεγαλύτερη δυνατή ικανότητα σε ένα ρομπότ είναι συνάρτηση πολλών και διαφορετικών μεταξύ τους παραγόντων. Εξάλλου, η ενέργεια μπορεί να παραχθεί, να μεταδοθεί και να αποθηκευτεί με ποικίλους τρόπους.

Η ευφυΐα, η αίσθηση, η επιδεξιότητα και η δύναμη συγκλίνουν για να επιτρέψουν την ανεξαρτησία, η οποία με τη σειρά της θα μπορούσε θεωρητικά να οδηγήσει σε μια σχεδόν προσωποποιημένη εξατομίκευση των ρομποτικών σωμάτων. Από την προέλευσή της μέσα σε ένα έργο κερδοσκοπικής μυθοπλασίας, η λέξη «ρομπότ» έχει σχεδόν καθολικά αναφερθεί σε μηχανήματα τεχνητής νοημοσύνης με έναν ορισμένο βαθμό ανθρωπιάς στο σχεδιασμό και την ιδέα της. Αυτό εμποτίζει αυτόματα τα ρομπότ με μια αίσθηση προσωπικότητας. Εγείρει επίσης πολλά πιθανά ερωτήματα σχετικά με το εάν μια μηχανή μπορεί ποτέ πραγματικά να «ξυπνήσει» και να γίνει συνειδητή (συναισθηματική) και κατ'επέκταση να αντιμετωπίζεται ως μεμονωμένο υποκείμενο ή «άτομο» (Denis & Hubert, 2018)..

Τα σύγχρονα ρομπότ έχουν ήδη ξεπεράσει πολλές από τις πιο δύσκολες προκλήσεις που αντιμετώπιζαν μέχρι πριν από λίγα χρόνια. Ο αγώνας ρομπότ τρέχει με εκπληκτικά γρήγορους ρυθμούς και μπορούμε μόνο να αναρωτηθούμε τι θα μπορούσαν να επιτύχουν οι μηχανές στο προσεχές μέλλον.

1.2 Η ΕΡ στην Τυπική και Άτυπη Εκπαίδευση

Η ένταξη της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην πρωτοβάθμια και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση υλοποιήθηκε τα τελευταία χρόνια κυρίως ως αποτέλεσμα ερευνών που αφορούν την παιδαγωγική δυναμική της Ρομποτικής και στηρίχθηκε έχοντας παράγοντα διάδοσης την εμφάνιση κατασκευαστικών πακέτων τα οποία είναι οικονομικώς προσιτά και στηρίζονται στον συνδυασμό αισθητήρων, επεξεργαστών και κινητήρων με δομικά υλικά. Η ρομποτική κατασκευή που προκύπτει από τον συνδυασμό αυτό προγραμματίζεται και ακολουθώντας τίθεται σε κίνηση μέσα από ηλεκτρονικού υπολογιστές. Τα αποτελέσματα εφαρμογής της εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι ευεργετικά σε αρκετούς τομείς. Ο

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

συνδυασμός με θεωρίες μάθησης, όπως ο κονστρουκτιβισμός, ο κατασκευαστικός εποικοδομητισμός και η διερευνητική μάθηση είναι ιδιαίτερα εποικοδομητικός (Bölte et al., 2010).

Τα προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής έχουν γίνει δημοφιλή στις περισσότερες ανεπτυγμένες χώρες και γίνονται όλο και πιο διαδεδομένα και στον αναπτυσσόμενο κόσμο. Η ρομποτική χρησιμοποιείται για τη διδασκαλία επίλυσης προβλημάτων, προγραμματισμού, σχεδίου, φυσικής, μαθηματικών, ακόμη και μουσικής και τέχνης σε μαθητές σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσής τους. Τα τελευταία χρόνια, η ρομποτική στην εκπαίδευση έχει προκύψει ως μια διεπιστημονική μάθηση που βασίζεται κυρίως στα Μαθηματικά, τις Φυσικές Επιστήμες και στην Τεχνολογία και προσφέρει σημαντικά νέα οφέλη σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης. Η χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση έχει ως στόχο να δώσει τη δυνατότητα στους μαθητές να ελέγχουν την συμπεριφορά ενός απτού μοντέλου μέσω ενός εικονικού περιβάλλοντος. Πολύ συχνά αυτές οι προσπάθειες περιορίζονται μόνο στην εισαγωγή της τεχνολογίας της ρομποτικής στην εκπαίδευση υποτιμώντας τον ρόλο της παιδαγωγικής που πρέπει να υποστηρίζει οποιαδήποτε τέτοια προσπάθεια.

Ωστόσο, η επιτυχής εισαγωγή μιας καινοτομίας στην εκπαίδευση, όπως είναι η ρομποτική, δεν είναι μόνο θέμα πρόσβασης στις νέες τεχνολογίες. Εξίσου σημαντικό με τις τεχνολογικές εξελίξεις και την ανάπτυξη της ρομποτικής είναι το ενδιαφέρον της ίδιας της εκπαίδευσης για τη ρομποτική και τις εφαρμογές της. Συνεπώς, η προοπτική δεν είναι η ίδια η τεχνολογία αλλά η εκπαιδευτική θεωρία και το αναλυτικό πρόγραμμα που καθοδηγεί τη χρήση της ρομποτικής σε οποιοδήποτε εκπαιδευτικό πλαίσιο. Τα ρομπότ είναι απλά ένα ακόμα εργαλείο και ο αντίκτυπός τους στη μάθηση μέσα από τις ρομποτικές εφαρμογές προσδιορίζεται μέσα από την εκπαιδευτική θεωρία.

Ευθυγράμμιση με τις θεωρίες μάθησης, σωστή εκπαιδευτική φιλοσοφία, καλά σχεδιασμένα προγράμματα σπουδών και υποστηρικτικά περιβάλλοντα μάθησης είναι μερικά από τα σημαντικά στοιχεία που οδηγούν σε κάθε εκπαιδευτική καινοτομία, συμπεριλαμβανομένης της ρομποτικής, στην επιτυχία. Έτσι, η έμφαση σε αυτό το έργο αφορά τη μετάβαση από την τεχνολογία σε συνεργασία με την εκπαίδευση δίνοντας έμφαση στην παιδαγωγική παρά στην τεχνολογία και ειδικά σε παιδαγωγικές αρχές και μεθόδους που προέρχονται από θεωρίες μάθησης, όπως ο κονστρουκτιβισμός και ο κονστρουξιονισμός (Alimisis, 2012).

Η Ρομποτική στην Εκπαίδευση (R-in-E) προσπαθεί να ενισχύσει τις δεξιότητες εκμάθησης μελλοντικών μηχανικών και επιστημόνων από έργα που βασίζονται σε ρομπότ. Σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες, Και στο σχολείο η ενσωμάτωση των ρομπότ στην εκπαιδευτική διαδικασία ρομπότ θα προσδώσει στους μαθητές ένα πιο ενδιαφέρον και ταυτοχρόνως διασκεδαστικό όραμα για την επιστήμη και τη μηχανική, και θα μπορούν να παρατηρήσουν άμεσα την πρακτική εφαρμογή των θεωρητικών εννοιών στους τομείς των μαθηματικών και της τεχνολογίας. Η εκπαιδευτική ρομποτική έχει χαρακτήρα περιεκτικό, το οποίο μπορεί να οδηγήσει τους μαθητές να προσανατολίσουν τις πανεπιστημιακές τους σπουδές σε τομείς που σχετίζονται με θέματα STEM. Από την πλευρά του Πανεπιστημίου, τα έργα που βασίζονται σε ρομπότ συνέθεσαν, από την έναρξή τους, βασικές ικανότητες που σχετίζονται με τη μηχανοτρονική (Bravo & Forero, 2012).

Θα μπορούσε επίσης να επισημανθεί ότι η εκπαιδευτική ρομποτική προωθεί και ενισχύει τόσο σε διδακτικό όσο και σε εξωσχολικό επίπεδο αξίες δραστηριοτήτων όπως η δημιουργικότητα, η καινοτομία, η υποστήριξη, η συνεργασία και η ομαδική εργασία. Σαφώς, αυτές οι αξίες πρέπει να προωθηθούν στην κοινωνία μας. Ειδικοί και ερευνητές στην εκπαίδευση, δάσκαλοι και καθηγητές, πολιτιστικοί διασκεδαστές σε δημόσια και ιδιωτικά ιδρύματα, και από την άλλη πλευρά, εταιρείες ρομπότ και πάροχοι υλικού, ερευνητές από δημόσια και ιδιωτικά κέντρα, ειδικοί στη μηχανοτρονική και τη ρομποτική μπορούν να

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

προωθήσουν τις αξίες που προάγει η εκπαιδευτική ρομποτική (Χάρος & Τρακαντζίδης, 2009).

Η εκπαιδευτική ρομποτική στηρίζεται σε μεγάλο μέρος στις κατασκευαστικές θεωρίες και κυρίως στη θεωρία του κονστρουκτιβισμού (Bravo & Forero, 2012). Μέσα από δραστηριότητες σχετικές με τη μάθηση που αφορούν τον σχεδιασμό και την κατασκευή προτύπων, η εκπαιδευτική ρομποτική δίνει στους μαθητές την ευκαιρία να υλοποιήσουν τη γνώση που προσλαμβάνουν και να την μετουσιώσουν σε απτά αποτελέσματα, καθώς οι μαθητές αλληλεπιδρούν σε μεγάλο βαθμό με το αντικείμενο της μελέτης τους (Pittietal., 2010).

Η ενσωμάτωση της ρομποτικής στην εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να υλοποιηθεί μέσα από διάφορες πρακτικές προσεγγίσεις. Η υιοθέτησή της ως κύριο αντικείμενο μάθησης αποτελεί βασική πρακτική προσέγγισης και ακολουθούν η υποστήριξη των μαθησιακών εξελίξεων και η υιοθέτησή της ρομποτικής ως μέσο μάθησης (Karampinis, 2018). Η υιοθέτησή της ως κύριο μέσο μάθησης και ως βασικό αντικείμενο μάθησης αποσκοπούν στην κατασκευή ρομπότ και στον προγραμματισμό τους με τη χρήση ανταλλακτικών, ενεργοποιητών και αισθητήρων καθώς και οδηγιών για την κωδικοποίησή τους μέσω της γλώσσας του προγραμματισμού. Η υποστήριξη των μαθησιακών εξελίξεων επιδιώκει τη χρήση των ρομπότ μέσα στην τάξη ως διδακτικό πόρο. Έτσι, η έρευνα διευκολύνει τη μάθηση σε μεγάλο βαθμό και τα λάθη αποτελούν μέρος της μαθησιακής διαδικασίας και αποτελούν παράλληλα ευκαιρίες μάθησης (Serholt, 2018).

Το ενδιαφέρον των παιδιών για τη ρομποτική μπορεί να ξεκινήσει από την πρώιμη παιδική ηλικία. Η ενσωμάτωση της ρομποτικής στην εκπαίδευση της πρώιμης παιδικής ηλικίας μπορεί να φέρει τα παιδιά σε επαφή με τις έννοιες STEM και να τα ωθήσει στην επιστημονική έρευνα (Moro et al., 2018). Τα παιδιά μπορούν να μάθουν προγραμματισμό από μικρή ηλικία, αν τους δοθούν τα ερεθίσματα και τα κατάλληλα εργαλεία που θα συμβάλλουν στην ενσωμάτωση των τεχνικών δεξιοτήτων με εκφραστικές τέχνες και μαθηματικά. Εξάλλου, το παιχνίδι με φυσικά αντικείμενα βοηθούν τα παιδιά να μάθουν πιο εύκολα (Piaget, 1954). Μέσω της ρομποτικής τα παιδιά καλλιεργούν την περιέργειά τους για την τεχνολογία ενώ μπορούν να κατανοήσουν σύνθετες έννοιες, όπως αυτή του αιτίου και του αιτιατού, της αλληλουχίας και του προγραμματισμού. Καλλιεργούν επίσης δεξιότητες υψηλού επιπέδου, όπως την κριτική σκέψη, τη εργασία σε επίπεδο ομάδας και την αλγοριθμική σκέψη (Danahyetal., 2018).

Η εκπαιδευτική ρομποτική περιλαμβάνει τομείς όπως η μηχανική, οι τεχνολογίες ελέγχου και επικοινωνίας, τα ηλεκτρονικά συστήματα και παράλληλα πρόκειται για εκπαιδευτική προσέγγιση με μεταβλητή διάσταση εύκολα ενσωματώσιμη σε διάφορα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Τα περιβάλλοντα που χρησιμοποιούνται στην πρώτη σχολική ηλικία επιτρέπουν είτε μια απλή κατασκευή είτε τον χειρισμό της ρομποτικής. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι τα περιβάλλοντα ρομποτικής τύπου Lego- Logo και τα προγραμματιζόμενα ρομποτικά περιβάλλοντα όπως το PRO- BOT (Sullivan et al, 2017).

Τα εκπαιδευτικά ρομπότ μπορεί να αποδειχθούν πολύτιμοι αρωγοί στην εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς οι δάσκαλοι τα αξιοποιούν για να ενεργοποιήσουν το ενδιαφέρον των μαθητών. Οι μαθητές μετατρέπονται από παθητικούς θεατές σε μηχανικούς και αφηγητές στο πλαίσιο της ενασχόλησής τους με τη ρομποτική. Τα μαθήματα επιστημών, τα μουσεία ιστορίας, τα διαστημικά ταξίδια και άλλα θέματα προσεγγίζονται με αποστολές εικονικής πραγματικότητας, σε αμέτρητα μέρη, εξερευνώντας τον κόσμο από την άνεση της τάξης. (Moro et al., 2018).

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Με τη βοήθεια της ρομποτικής στη διδασκαλία, ο εκπαιδευτικός μπορεί να αναπτύξει νευραλγικές δεξιότητες των μαθητών του, οι οποίες καλλιεργούν τη σκέψη του. Πρόκειται για δεξιότητες που σχετίζονται με την ομαδικότητα του μαθητή στο πλαίσιο των εργασιών που διεξάγονται σε ομάδες, για την καινοτομία, για την επίλυση προβλημάτων μέσα από τον πειραματισμό, τη δοκιμή και την αξιολόγηση για τις δεξιότητες επικοινωνίας και τις νοητικές δεξιότητες που πλαισιώνονται από την αναλυτική και συνθετική σκέψη και από την κριτική ικανότητα. Η εφαρμογή της ρομποτικής στην εκπαιδευτική διαδικασία εξάλλου συμβάλλει στο ομαδοσυνεργατικό πνεύμα των μαθητών, στην καλλιέργεια των γνωστικών δεξιοτήτων των μαθητών, στην αυτοεκτίμησή τους και στην όξυνση της χωρικής και πνευματικής τους αντίληψης (Dagdilelis, Sartatzemi & Kagani, 2005): .

Η ρομποτική, καθώς συνδέεται άρρηκτα με τη διδασκαλία της κωδικοποίησης, μπορεί να συμβάλλει καθοριστικά στην απόκτηση από τους μαθητές δεξιοτήτων που συνδέονται με την επιστήμη των υπολογιστών και να ενισχύσουν την ικανότητά τους να σκέφτονται με τρόπο λογικό και να μαθαίνουν μέσα από τα λάθη τους, ενισχύοντας με τον τρόπο αυτό τη δημιουργικότητά τους εμμένοντας στην επιτυχία του στόχου τους (Moro et al., 2018).

Όλα τα παραπάνω συνιστούν παράγοντες ανάπτυξης της μεταγνωστικής ικανότητας, καθώς τα παιδιά αξιολογούν την αλληλουχία των σκέψεων που έχουν ακολουθήσει βελτιώνοντας με τον τρόπο αυτό την ικανότητά τους να επιλύουν προβλήματα. Σημαντικό όφελος από την ενασχόληση του παιδιού με την ρομποτική συνιστά η εξέλιξη της αλγοριθμικής και υπολογιστικής σκέψης μέσα στο κατάλληλο εκπαιδευτικό περιβάλλον (Danahyetal., 2018) .

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της εκπαιδευτικής ρομποτικής

Η εκπαιδευτική ρομποτική διασφαλίζει στους μαθητές πολλαπλά οφέλη, καθώς τους επιτρέπει να προσεγγίσουν τη γνώση με διαφορετικούς και εναλλακτικούς τρόπους. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές μέσω της ρομποτικής ενισχύουν τις δεξιότητές τους και αναπτύσσουν τις γνώσεις τους μέσα από τις πρωτότυπες διαδικασίες του σχεδιασμού, της συναρμολόγησης και της λειτουργίας των ρομπότ. Οι διαδικασίες αυτές είναι ωφέλιμες και ταυτόχρονα διασκεδαστικές για τους μαθητές μέσω της αλληλεπίδρασής τους με τα τεχνολογικά επιτεύγματα (Pea & Collins, 2018). Αντίθετα, η διδασκαλία του προγραμματισμού μέσα από τις παραδοσιακές διαδικασίες καθίσταται βαρετή και ενίοτε απωθητική για τους μαθητές. Η επαφή τους με τον κόσμο των ρομπότ κάνει την όλη διαδικασία ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα για αυτούς, καθώς αντιλαμβάνονται τις δυνατότητες αλλά και τις αδυναμίες των ρομπότ. Εξάλλου βιώνουν μια ιδιαίτερη μαθησιακή εμπειρία και αποκτούν μια μοναδική εμπειρία μελέτης, η οποία τους επιτρέπει να παρακολουθήσουν ακόμα και μια εικονική τάξη μεταφέροντας έτσι παντού τον κόσμο της γνώσης (Reitsma, et al., 2010).

Ένα ακόμα βασικό πλεονέκτημα της εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι η ανάπτυξη των δεξιοτήτων των μαθητών για το μέλλον. Μέσα από τον προγραμματισμό ρομπότ, οι μαθητές μπορούν να αντιληφθούν αν οι ικανότητες, οι κλίσεις και τα ενδιαφέροντά τους είναι συναφείς με τις απαιτούμενες για την εργασία του μέλλοντος δεξιότητες. Εξάλλου μέσω της επαφής τους με τα ρομπότ και τα τεχνολογικά μέσα, οι μαθητές μυσούνται στον κόσμο της τεχνολογίας και εξοικειώνονται με αυτή, πράγμα ιδιαίτερα επωφελές, με δεδομένη την απαιτούμενη γνώση της τεχνολογίας σε κάθε επαγγελματική δραστηριότητα. Τέλος, η εκπαιδευτική ρομποτική διευκολύνει τη γνώση για όλους τους μαθητές που αντιμετωπίζουν γλωσσικά προβλήματα, όπως είναι οι μετανάστες μαθητές (Reitsma, et al., 2010).

Τα μειονεκτήματα της εκπαιδευτικής ρομποτικής αφορούν κυρίως το κόστος εγκατάστασης, συντήρησης και επισκευής του εξοπλισμού που απαιτείται για τη διεξαγωγή της. Η χρηματοδότηση που απαιτείται για αυτό είναι αρκετά υψηλή και δεν μπορεί να διασφαλιστεί

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

σε όλα τα σχολεία. Επίσης, η άμεση και καθημερινή η επαφή των παιδιών με τα μηχανήματα τα καθιστά ευάλωτα σε αυτά και επιρρεπή μέσω του εθισμού στην τεχνολογία (Reitsma, et al., 2010). Τέλος, ο εθισμός στις «έξυπνες» μηχανές υπονομεύει την προσωπική αλληλεπίδραση των μαθητών και μπορεί να οδηγήσει σε εκπαιδευτικές παραβιάσεις που περισσότερο πλήττουν παρά βοηθούν τους μαθητές (Pea & Collins, 2018).

Ο ρόλος των εκπαιδευτικών

Παρ' όλο που η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί έναν χώρο με ιδιαίτερα ερευνητικό ενδιαφέρον και θεωρητικό υπόβαθρο, στην πρακτική εφαρμογή επισημαίνονται παράγοντες που παρακωλύουν τη διαδικασία. Οι παράγοντες αυτοί αφορούν κυρίως το υλικό, τη χρονική διάρκεια της διδακτικής εφαρμογής και κυρίως την έλλειψη εμπειρίας και αυτοπεποίθησης των εκπαιδευτικών (Φράγκου κ.ά., 2009). Η κατάρτιση των εκπαιδευτικών σε βασικές γνώσεις πληροφορικής και γενικότερα νέων τεχνολογιών δεν επαρκεί δεν επαρκεί για την επιτυχή εφαρμογή της εκπαιδευτικής ρομποτικής, η οποία απαιτεί μια πιο προσεκτική και οργανωμένη προσπάθεια για την επιτυχή ενσωμάτωσή της στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι απαιτήσεις αυτές σχετίζονται τόσο με γνώσεις που αφορούν τους τομείς της Πληροφορικής, της Μηχανικής, των Μαθηματικών και της Φυσικής όσο και με δεξιότητες και με την προσαρμογή θεωρητικών μοντέλων, με στόχο να διασφαλιστεί η υλοποίησή τους στο πλαίσιο της Ρομποτικής (Φαχαντίδης & Αλεξανδρίδου, 2012). Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να διαθέτουν Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (ΤΠΓΠ) (Voogt, 2013), για να έχουν την ικανότητα σχεδιασμού και υλοποίησης μαθησιακών δραστηριοτήτων σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα. Ο ρόλος τους είναι κυρίως καθοδηγητικός και συντονιστικός για τη μύηση των μαθητών στον κόσμο των ΤΠΕ και ιδιαιτέρως των ρομπότ. Έτσι, οι εκπαιδευτικοί παρωθούν τους μαθητές στον πειραματισμό και στην αλληλεπίδραση μέσα σε ένα τεχνολογικό περιβάλλον, στο οποίο αναζητούν προβλήματα του πραγματικού κόσμου (Alimisis, 2013).

Η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών αποτελεί ουσιαστικό και καθοριστικό παράγοντα για την ορθή αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία. Στο πλαίσιο αυτό, ίσως είναι ενδεδειγμένο οι εκπαιδευτικοί να καταρτίζονται ανάλογα στις προπτυχιακές τους σπουδές, καθώς δεν έχουν αποκρυσταλλώσει διδακτικές τεχνικές και μοντέλα μάθησης ούτε έχουν ολοκληρώσει την επιστημονική γνώση για κάθε γνωστικό αντικείμενο (Τζαβάρα, Κόμης, 2010).

Σύμφωνα με έρευνα του A. Khanlari (2015), οι εκπαιδευτικοί προκειμένου να στηρίξουν την εφαρμογή της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην τάξη τους, χρειάζονται έναν εξειδικευμένο βοηθό, ο οποίος θα αναλάβει το τεχνολογικό μέρος κατά τη διάρκεια της διαδικασίας καθώς και υποστηρικτικές οδηγίες για τη χρήση των ρομπότ και την εφαρμογή της διδασκαλίας τους. Δεδομένη θεωρείται επίσης η ύπαρξη υλικοτεχνικής υποδομής και λογισμικών πακέτων. Το ίδιο σημαντική θεωρείται η συνεχής κατάρτισή τους πάνω στις τεχνολογικές εξελίξεις καθώς και η ύπαρξη αλλαγών στις ανελαστικές δομές του αναλυτικού προγράμματος με σκοπό την εισαγωγή της ρομποτικής στις σχολικές τάξεις.

1.3 Ο σχεδιασμός εκπαιδευτικών παρεμβάσεων με τη χρήση ΕΡ

Ο όρος «εκπαιδευτική ρομποτική» αναφέρεται σε ένα πεδίο σπουδών που στοχεύει στη βελτίωση των μαθησιακών εμπειριών των μαθητών μέσω της δημιουργίας και εφαρμογής δραστηριοτήτων, τεχνολογιών και αντικειμένων που σχετίζονται με τα ρομπότ (Angel-Fernandez and Vincze, 2018). Στην πράξη, αυτές οι δραστηριότητες μπορεί να

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

περιλαμβάνουν τη χρήση ενός φυσικού ρομπότ, μπορεί να είναι ένα αρθρωτό σύστημα όπως το LEGO Mindstorms, ή ρομπότ ειδικά κατασκευασμένα για τις καθορισμένες δραστηριότητες. Τέτοιες δραστηριότητες μπορούν να σχεδιαστούν για μαθητές από το δημοτικό έως το μεταπτυχιακό επίπεδο και μπορεί να περιλαμβάνουν σχεδιασμό, προγραμματισμό, εφαρμογή ή πειραματισμό με ρομπότ. Οι δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής συνήθως συνίστανται στη χρήση ενός κιτ ρομποτικής, με το οποίο τα παιδιά μαθαίνουν πώς να κατασκευάζουν και να προγραμματίζουν τα ρομπότ για μια δεδομένη εργασία (Jung & Won, 2018). Αυτές οι δραστηριότητες μπορούν να λάβουν τη μορφή παρεμβάσεων, δραστηριοτήτων μετά το σχολείο, εθελοντικών μαθημάτων ή ολόκληρης ενότητας μαθημάτων που εστιάζει στη ρομποτική.

Τα θεωρητικά θεμέλια για την εφαρμογή των εκπαιδευτικών ρομπότ είναι πολλαπλά, αλλά η δομιστική εκπαιδευτική προσέγγιση ήταν ο κανόνας (Kafai and Resnick, 1996; Papert, 1981; Danahy et al., 2014). Τα κιτ ρομποτικής παρέχουν μια σπονδυλωτή προσέγγιση όσον αφορά τον προγραμματισμό και την κατασκευή, που συχνά χρησιμοποιούνται ως παρεμβάσεις που ενισχύουν τη δημιουργικότητα στο σχολικό πλαίσιο. Κατά την εργασία με αυτά τα κιτ, οι μαθητές μπορούν να ασκήσουν δεξιότητες μηχανικής και δημιουργικές λύσεις σε μια τεράστια γκάμα προβλημάτων, ξεκινώντας από το να κάνουν ένα ρομπότ να μετακινηθεί από το σημείο Α στο Β. Επιπλέον, αρχές όπως η μάθηση βάσει προβλημάτων και η παιχνιδοποίηση καθοδηγούν την εφαρμογή παρεμβάσεις εκπαιδευτικής ρομποτικής. Το τελευταίο, η παιχνιδοποίηση, περιγράφει τη χρήση στοιχείων παιχνιδιού σε περιβάλλοντα εκτός παιχνιδιού για την ενίσχυση των κινήτρων (Sailer et al., 2014).

Η ανθρωποειδής εμφάνιση των ρομπότ μπορεί να ενθαρρύνει τη συμμετοχή των μαθητών (Zawieska et al., 2015). Τα χαρακτηριστικά των ίδιων των ρομποτικών συσκευών μπορούν επίσης να αποφέρουν ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Σε συνεντεύξεις με μαθητές που παρακολούθησαν ένα μάθημα που περιλαμβάνει τη χρήση της ρομποτικής, οι Ariola et al. (2010) διαπίστωσε ότι η παιχνιδιάρικη πτυχή της ρομποτικής, σε συνεργασία με τη φυσική ενσάρκωση του μαθησιακού περιεχομένου, είχε σημαντικό ρόλο στη δέσμευση των μαθητών. Μια διερευνητική ποιοτική μελέτη από τους Nemiro et al. (2017) τόνισε τον ρόλο της ρομποτικής στη δημιουργία μιας ελκυστικής ατμόσφαιρας στην τάξη.

Στην πολυπαραγοντική προσέγγιση της δημιουργικότητας, το μοντέλο συρροής (Lubart et al., 2015) εξετάζει πώς οι γνωστικές, οι συνθετικές, οι συναισθηματικές και οι περιβαλλοντικές πτυχές αλληλεπιδρούν συνεργαστικά με τις απαιτήσεις ενός συγκεκριμένου τομέα για να γεννηθεί ένα δημιουργικό προϊόν. Οι γνωστικές πτυχές αναφέρονται στην ευφυΐα, τη γνώση και τις ικανότητες επεξεργασίας πληροφοριών. Οι συνθετικές όψεις αναφέρονται στα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας και στα κίνητρα. Όσον αφορά την προσωπικότητα, η επιμονή, η ανοχή στην ασάφεια, το άνοιγμα σε νέες εμπειρίες και η ανάληψη κινδύνων είναι ιδιαίτερα σημαντικά για τη δημιουργικότητα. Ωστόσο, η δημιουργική διαδικασία δεν εκτυλίσσεται στο κενό. Το περιβάλλον παίζει σημαντικό ρόλο στη μετάφραση του δημιουργικού δυναμικού σε δημιουργικό προϊόν.

Η εκπαιδευτική ρομποτική παρέχει μια εξαιρετική ευκαιρία να μελετήσουμε πώς η δημιουργικότητα του πραγματικού κόσμου αναδύεται από την αλληλεπίδραση των μαθητών με το κοινωνικό, φυσικό και πολιτιστικό τους περιβάλλον. Στις δραστηριότητες ρομποτικής, οι μαθητές μαθαίνουν να χρησιμοποιούν τις δυνατότητες και τους περιορισμούς των κιτ ρομποτικής κατασκευής ενώ συμμετέχουν στη συλλογική επίλυση προβλημάτων προκειμένου να κατασκευάσουν την αυθεντική και λειτουργική ρομποτική συσκευή τους. Αυτές οι δραστηριότητες υποδεικνύουν τέλεια τον ορισμό της δημιουργικότητας από τον Glăveanu (Glăveanu, 2013, σ. 76), που είναι «η δράση ενός ηθοποιού ή μιας ομάδας ηθοποιών, στη συνεχή αλληλεπίδρασή της με πολλαπλά ακροατήρια και τις δυνατότητες του υλικού κόσμου, που οδηγεί στη γενιά νέων και χρήσιμων αντικειμένων».

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Ενώ αναγνωρίζουν τον ρόλο των συνειρμικών παραγόντων, οι (Gubenko et al., 2021) εφιστούν να δώσουμε ιδιαίτερη προσοχή στις γνωστικές διεργασίες των μαθητών και στρατηγικές, επειδή υποθέτουμε ότι οι μη γνωστικοί παράγοντες δρουν έντονα ακόμη και πάνω σε γνωστικούς.

Όπως το *confluence model* (Lubart et al., 2015) καθορίζει, ένας συνδυασμός γνωστικών μηχανισμών αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για το δημιουργικό προϊόν να εμφανιστεί. Οι συνειρμικές και περιβαλλοντικές πτυχές πρέπει επίσης να ενωθούν για να εμπλακούν στο δημιουργικό έργο. Αυτό που είναι πιο εντυπωσιακό, είναι ότι η σημερινή μας κατανόηση της ανθρώπινης δημιουργικότητας απέχει πολύ από το να είναι ολοκληρωμένη, καθώς οι ψυχολόγοι δεν γνωρίζουν ακόμη πώς ακριβώς αυτοί οι πολλαπλοί παράγοντες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους για να επηρεάσουν τη δημιουργική παραγωγή. Για παράδειγμα, ποιο είναι το βέλτιστο επίπεδο των εσωτερικών κινήτρων και της ανοχής του ατόμου στην ασάφεια για να επιτύχει ένα δημιουργικό αποτέλεσμα; Τα εσωτερικά κίνητρα ενισχύουν τη χρήση ορισμένων στρατηγικών; Πώς επιδρούν οι μεταβλητές του περιβάλλοντος, όπως πόροι ή ένα μη συνεργάσιμο περιβάλλον, τροποποιούν τη δημιουργική διαδικασία; Υπάρχει ένα κατώτατο όριο για τους διάφορους προγνωστικούς παράγοντες δημιουργικότητας, κάτω από το οποίο δεν μπορεί να προκύψει δημιουργικότητα; Μπορεί να εμφανιστεί δημιουργικότητα εάν κάποιος γνωστικό ή συνειρμικό χαρακτηριστικό λείπει εντελώς; Στην περίπτωση της ρομποτικής, ακόμη και αν ορισμένες γνωστικές διαδικασίες έχουν εξομοιωθεί, δεν είναι ακόμη σαφές πώς τα ρομπότ κατασκευάζουν αναπαραστάσεις προβλημάτων, ποια είναι η φύση αυτών των αναπαραστάσεων, ή αν τα ρομπότ μπορούν να βρουν αυτόνομα προβλήματα προς επίλυση. Όσον αφορά τις μη γνωστικές πτυχές του *confluence model* των Lubart κ.ά. τίθενται ερωτήματα όπως σε ποιο βαθμό τα ρομπότ μπορούν να σχεδιαστούν ώστε να ενσωματώνουν συνειρμικές πτυχές.

Βασιζόμενος στις αρχές του κονστρουξιονισμού, ο Kolodner (2002) εισήγαγε ένα μοντέλο μάθησης που ενσωματώνει δραστηριότητες σχεδιασμού και διερεύνησης οργανωμένες σε δύο αλληλένδετους κύκλους: τον κύκλο «Διερεύνηση και Εξερεύνηση», όπου οι μαθητές αποκτούν γνώση και δημιουργούν ιδέες, και τον κύκλο «Σχεδιασμός/Επανασχεδιασμός», όπου εφαρμόζεται η γνώση. Μπορούμε να σημειώσουμε ότι το μοντέλο ενσαρκώνει τη βασική αρχή του μοντέλου Generatore της δημιουργικής γνώσης (Ward et al., 1999), όπου η γενετική αναζήτηση εναλλάσσεται με εξερευνητικές διαδικασίες. Δεδομένης της ομοιότητας, φαίνεται λογικό να εφαρμοστούν υπάρχοντα μοντέλα δημιουργικής γνώσης για την ανάλυση νοητικών διεργασιών που αποτελούν τη βάση των δραστηριοτήτων της ρομποτικής.

1.4 Παρουσίαση της προβληματικής της έρευνας

Αιτιολόγηση-σκοπός της έρευνας

Το κύριο έναυσμα για τη συγκεκριμένη μελέτη αποτελεί η ολοένα αυξανόμενη διείδυση της ΕΡ στην εκπαιδευτική διαδικασία με πολλαπλούς τρόπους (Allina, 2018):

- Ενσωμάτωση ΕΡ στο ΑΠΣ: Σχολεία και πανεπιστήμια ενσωματώνουν τη ρομποτική στα προγράμματα σπουδών τους, προσφέροντας στους μαθητές τη δυνατότητα να εξοικειωθούν με τις βασικές αρχές της.
- Διαγωνισμοί Ρομποτικής: Διοργανώνονται διαγωνισμοί που προωθούν τη συνεργασία και τη διαγωνιστική πνευματικότητα. Οι ομάδες ανταγωνίζονται στην κατασκευή και προγραμματισμό ρομπότ για να επιλύσουν συγκεκριμένα προβλήματα

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

- Διεπιστημονικές ομάδες εργασίας: Σχηματίζονται ομάδες εργασίας που αποτελούνται από ειδικούς από διάφορους επιστημονικούς κλάδους (μηχανικούς, πληροφορικούς, εκπαιδευτικούς κ.λπ.) για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση δράσεων εκπαιδευτικής ρομποτικής.
- Συνεργασία Βιομηχανίας-Εκπαίδευσης: Η συνεργασία μεταξύ βιομηχανίας και εκπαιδευτικών ιδρυμάτων ενισχύεται για να διασφαλιστεί ότι οι μαθητές έχουν πρόσβαση σε σύγχρονες τεχνολογίες και πρακτικές.
- Εκπαιδευτικά προγράμματα και εργαστήρια: Δημιουργούνται εκπαιδευτικά προγράμματα και εργαστήρια που καλύπτουν διάφορες πτυχές της ρομποτικής, προσφέροντας στους σπουδαστές τη δυνατότητα να αναπτύξουν δεξιότητες και γνώσεις.

Η διεπιστημονική προσέγγιση ενισχύει την εκπαίδευση, επιτρέποντας στους μαθητές να ενσωματώνουν διάφορες επιστημονικές και τεχνολογικές πτυχές, ενώ παράλληλα αναπτύσσουν ικανότητες όπως η συνεργασία, η προβληματική σκέψη και η καινοτομία. (Carr et al., 2018) Παράλληλα, η σύνδεση της εκπαιδευτικής ρομποτικής με τις τέχνες δημιουργεί μια ενδιαφέρουσα και εκπαιδευτικά επωφελή συνέργεια. Αυτή η προσέγγιση ενθαρρύνει τους μαθητές να εξερευνήσουν τη δημιουργική έκφραση και την τεχνολογία μέσα από τον κόσμο της ρομποτικής. Ορισμένες δραστηριότητες που συνδυάζουν την εκπαιδευτική ρομποτική και τις τέχνες περιλαμβάνουν (Jung & Won, 2018, Land, 2013)

- Δημιουργία Τέχνης με Χρήση Ρομπότ: Οι μαθητές μπορούν να σχεδιάζουν και να προγραμματίζουν ρομπότ για να δημιουργήσουν καλλιτεχνικά έργα, όπως ζωγραφική, γλυπτική ή ακόμα και θεατρικές παραστάσεις.
- Δημιουργία Κινούμενων Έργων Τέχνης: Οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν ρομπότ για να δημιουργήσουν κινούμενες εικόνες ή έργα τέχνης που αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους.
- Θεατρικές παραστάσεις και σκηνοθεσία: Οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν ρομπότ ως ηθοποιούς σε θεατρικές παραστάσεις, εκτελώντας σκηνοθετικές οδηγίες με τον προγραμματισμό τους.
- Δημιουργία τεχνολογικών Installation: Οι μαθητές μπορούν να συνδυάσουν την τέχνη και την τεχνολογία για να δημιουργήσουν εντυπωσιακές τεχνολογικές εγκαταστάσεις.

Ως αποτέλεσμα των παραπάνω εξελίξεων, οι εκπαιδευτικοί καλούνται να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν τις εν λόγω διεπιστημονικές δράσεις. Η μελέτη αυτή θα εστιάσει στην οπτική και την εργαλειοδότηση των εκπαιδευτικών σε όλο το μήκος της διαδικασίας. Η έρευνα αυτή είναι κρίσιμη γιατί απαιτείται η πολυεπίπεδη προσαρμογή τους με βάση αυτά τα νέα εκπαιδευτικά δεδομένα: Καλούνται να προσαρμοστούν στις ανάγκες των μαθητών με βάση ετερογενή χαρακτηριστικά αλλά και σε συγκεκριμένο περιβάλλον και πολιτισμικό πλαίσιο (Korr-Cetina, 1999). Η σύνδεση διαφορετικών αντικειμένων είναι μια διαδικασία που απαιτεί ευελιξία και καλύτερη κατανόηση των διδακτικών μεθόδων και των μαθησιακών στόχων. Τέλος και σε κάποιο βαθμό, θα τους ζητείται να παράγουν καινοτομία και διαφοροποιημένες λύσεις ώστε να καλύπτονται οι προαναφερθέντες στόχοι του (Liao, 2016).

Ένας εκπαιδευτικός που ασχολείται με μια καινοτόμο παιδαγωγική και εφαρμόζει μια καινοτόμο μέθοδο διδασκαλίας προκαλεί μια ανισορροπία στο κοινωνικό του σύστημα, επιτρέποντας έτσι την αλλαγή της τοποθέτησής του στον εκπαιδευτικό ιστό (Bevan et al., 2019). Και το θέμα της τοποθέτησης είναι πολύ σημαντικό για τους εκπαιδευτικούς. Με τον όρο «τοποθέτηση» εννοούμε τη μεταστροφή του ρόλου του εκπαιδευτικού με βάση τις σύγχρονες διδακτικές πρακτικές, γίνοντας διευκολυντές, scaffolders και συν-μαθαίνοντες

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

(Bevan et al., 2019). Σε περιβάλλοντα ΕΡ γίνονται ενεργοποιητές της διαδικασίας και αυτό απαιτεί πρώτα από τους ίδιους να παραμένουν ενεργοί. Βέβαια από μια άλλη σκοπιά πλέον, του καθοδηγητή και υποστηρικτή ο οποίος όμως θα πρέπει να είναι σε θέση να παρέμβει καίρια όταν χρειαστεί όχι δίνοντας απαντήσεις για να συνεχίσει η διαδικασία αλλά ένα μικρό, «τόσο όσο» βοήθημα ώστε να μη διακοπεί η ροή της. (Alimisis, 2019). Η αυτοαντίληψη και η αυτοεικόνα τους έρχεται από την αλληλεξάρτηση με άλλους, αντικείμενα και ποικίλα περιβάλλοντα (Zadok, 2019). Κρίνεται σημαντικό να διαμορφωθεί ο ρόλος του εκπαιδευτικού με βάση τις σύγχρονες εκπαιδευτικές πρακτικές ώστε η μάθηση . η μάθηση να μην αποτελεί μια διαδικασία μονόδρομης κατανόησης από τον εκπαιδευτικό στον μαθητή, αλλά μια αμφίδρομη διαδικασία. Μέσω της ενεργούς εμπλοκής, τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και μαθητές μπορούν να επωφεληθούν από την ανταλλαγή ιδεών και τη συλλογική καλλιέργεια δεξιοτήτων. Αυτό επισημαίνει την αξία δημιουργίας κλίματος ανοικτού στην αλληλεπίδραση με τους μαθητές. Όταν ένας εκπαιδευτικός ακολουθεί νέες μεθόδους διδασκαλίας, οι συνάδελφοι του αλλά και οι μαθητές δεν ξέρουν πάντα πώς να αντιμετωπίσουν μια τέτοια αλλαγή. Υποστηρίζεται (Hargreaves, 1993) ότι οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί δεν ερμηνεύουν τις νέες μεθόδους ως πρόκληση, αλλά μάλλον ως πηγή σύγχυσης. Η υιοθέτηση μιας νέας μεθόδου διδασκαλίας απαιτεί από τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές να μάθουν πώς να μελετούν σύμφωνα με τις νέες συνθήκες, μια διαδικασία που απαιτεί να εγκαταλείψουν και να επιστρέψουν στις υπάρχουσες και παραδοσιακές μεθόδους. Εξάλλου ο (Kagan, 1992) υποστηρίζει ότι τα πρώτα χρόνια της διδασκαλίας με μια νέα μέθοδο είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με τη μελέτη και την καθοδήγηση. Ακόμη και αν οι εκπαιδευτικοί έχουν εκτεταμένες ακαδημαϊκές γνώσεις, αντιμετωπίζουν απροσδόκητα προβλήματα στη μετάφραση και μεταφορά των ακαδημαϊκών γνώσεων σε σχολικές γνώσεις και πρέπει να επανασχεδιάσουν τη γνωσιακή τους βάση (Jackson et al., 2019).

Με αφορμή και έναυσμα όλα τα παραπάνω, η έρευνα παρουσιάζει μια ενδοσκόπηση (δηλαδή την εσωτερική εξέταση, την παρακολούθηση των συμμετεχόντων και των διαδικασιών) στις πεποιθήσεις, τις πρακτικές και την αναστοχαστική δεινότητα των εκπαιδευτικών όταν αυτοί καλούνται να σχεδιάσουν, να εκτελέσουν και να αξιολογήσουν ένα έντεχνο διεπιστημονικό έργο που συμπεριλαμβάνει Εκπαιδευτική Ρομποτική. Στη συγκεκριμένη προσέγγιση, η συνένταξη της τέχνης γίνεται με τη μορφή του Θεάτρου και του Θεάτρου σκιών. Αντικείμενο προς διερεύνηση αποτελεί η σύγκλιση ή απόκλιση πάνω στους προαναφερθέντες άξονες μεταξύ δύο ομάδων εκπαιδευτικών εκ των οποίων η μία εργάστηκε με βάση τη μεθοδολογία του FERTILE για να διεκπεραιώσει το έργο της ενώ η άλλη δεν εργάστηκε με βάση κάποιο πρωτόκολλο.

Η αναγκαιότητα της συγκεκριμένης έρευνας διαφαίνεται από τον σκοπό και τους επιμέρους στόχους που έχουν τεθεί.

1.5 Σκοπός της μελέτης και ερευνητικά ερωτήματα

Ο σκοπός αυτής της προσέγγισης σε πρώτο επίπεδο είναι να εξιχνιάσει την ελαφρότητα ή μη, με την οποία αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί τη σύντηξη των διαφορετικών επιστημονικών κλάδων. Τα διαφορετικά αντικείμενα και οι ασκούμενοι με αυτά, είναι βαθιά εμποτισμένα με νοοτροπίες, πρακτικές, εργαλεία και εν τέλει στάσεις οι οποίες τα σύγχρονα εκπαιδευτικά συστήματα καλούν (και προκαλούν) τον εκπαιδευτικό να διαρρηγνύει καθημερινά. Συνεπώς, διερευνάται η αντίληψη τους για τη διεπιστημονική προσέγγιση με ΕΡ και πως θα ήθελαν αυτή να αξιοποιηθεί με απώτερο σκοπό να καθοδηγήσουμε, να επιμορφώσουμε και να εργαλειοδοτήσουμε τους ερευνητές και τους επαγγελματίες ώστε να επανεξετάσουν την παιδαγωγική της ΕΡ και να αξιοποιήσουν τις δυνατότητές της να υπερβεί τα όρια με άλλους κλάδους και να διευκολύνει το διάλογο μεταξύ διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων. Δηλαδή, διερευνάται η στάση των εκπαιδευτικών όταν πρέπει να μάθουν πώς

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

να αντιμετωπίζουν τις νέες ευθύνες, πώς να ενεργούν ως διαχειριστές ενός έργου, πώς να κατευθύνουν τις αντιλήψεις τους προς τις σωστές μεθόδους εργασίας και την πραγματικότητα του σχολείου στο οποίο δραστηριοποιούνται και να τις διατηρούν σε αρμονία με τη δική τους προσωπικότητα, αναδύοντας τη σημασία του να προσφέρεις σε εκπαιδευτικούς πριν τη σχολική χρονιά εξειδικευμένη εκπαίδευση ώστε να είναι σε θέση να προγραμματίζουν με ευχέρεια και να ενέχουν περισσότερη αυτοπεποίθηση.

Η επίτευξη του παραπάνω σκοπού, συμπύσσεται στα παρακάτω Ερευνητικά Ερωτήματα:

Πίνακας 1: Ερευνητικά Ερωτήματα

Γενικό Ερευνητικό Ερώτημα:	RQ: Πώς οι εκπαιδευτικοί σχεδιάζουν, υλοποιούν και αποτιμούν μια διδακτική παρέμβαση με βάση τον άξονα της διεπιστημονικότητας σε ένα έντεχνο Project EP;
	q.1: Πώς συνδιαμορφώνεται η στοχοθεσία μεταξύ διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων (EP και Τέχνης) κατά το σχεδιασμό και κατά την εφαρμογή ενός Project;
Ειδικότερα:	q.2 Πώς συνδυάζονται τα διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα ώστε να οδηγούν σε ένα κοινό πλαίσιο κατά την υλοποίηση του Project;
	q.3: Ποια είναι η οπτική των εκπαιδευτικών για την παιδαγωγική ή/και πρόσθετη αξία της διεπιστημονικής προσέγγισης όταν εμπλέκεται η EP (αποτίμηση);

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Η ΕΡ συνδυάζεται με άλλα γνωστικά πεδία

Η έννοια της διεπιστημονικής μάθησης έκανε την εμφάνισή της στο προσκήνιο τις τελευταίες δεκαετίες στο πλαίσιο της ραγδαίας τεχνολογικής ανάπτυξης, της ταχύτερης πλέον διάδοσης της πληροφορίας καθώς και της ευρύτερης μεταβολής σε κοινωνικό επίπεδο. Η διεπιστημονική διδασκαλία εστιάζει στην εξέταση ενός προβλήματος ή ενός γενικότερου θέματος μέσα από μεθόδους και πλαίσια ανάλυσης που αφορούν περισσότερους από έναν επιστημονικούς κλάδους. Η διεπιστημονική εκπαίδευση ενσωματώνει έννοιες και κατευθυντήριες αρχές από αρκετές και διαφορετικές μεταξύ τους ειδικότητες με στόχο τη βαθύτερη προσέγγιση του προς διερεύνηση ζητήματος. Η διεπιστημονικότητα αξιοποιεί διαφορετικές πρακτικές της κάθε επιστήμης αποσκοπώντας σε πρωτοποριακές και καινοτόμες λύσεις για τα κοινωνικά προβλήματα. Στο παραπάνω πλαίσιο, η διεπιστημονική προσέγγιση στην εκπαίδευση είναι ιδιαίτερα πρωτοποριακή και επωφελής, καθώς είναι μαθητοκεντρική και επιδιώκει την ενεργό μάθηση. Αρχικά, ο μαθητής προσεγγίζει τα θέματα με τα οποία θα ασχοληθεί με κριτήριο τις κλίσεις και τα ενδιαφέροντά του ενώ τα προσεγγίζει μέσα από Projects αξιοποιώντας ομαδοσυνεργατικές μεθόδους διδασκαλίας. Η μάθηση είναι αυτόνομη και αυτορρυθμιζόμενη και η προσέγγιση του θέματος ολιστική (Ματσαγγούρας, 2006).

Η διεπιστημονικότητα είναι ιδιαίτερα σημαντική στην εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς συμβάλλει ουσιαστικά στην ποιοτική μάθηση και στην καλύτερη απόδοση των μαθητών προωθώντας ταυτόχρονα τη μεταβολή των επιστημονικών αντικειμένων. Οι μαθητές προσελκύνονται από τα διεπιστημονικά προγράμματα και αναπτύσσουν την αυτόνομη μάθηση και την ικανότητα να επεξεργάζονται και να κατανοούν έννοιες. Εξάλλου, τα διεπιστημονικά προγράμματα είναι ιδιαίτερα αποδοτικά στον γραπτό λόγο και στην καλλιέργεια των μεταγνωστικών δεξιοτήτων. Καθώς το σχολείο αποτελεί μικρογραφία της κοινωνίας, τα διεπιστημονικά προγράμματα μάθησης συνδέουν τη γνώση με την καθημερινότητα συμβάλλοντας έτσι στην κοινωνικοποίηση του μαθητή και στη διάπλαση του σημερινού εφήβου σε αυριανό πολίτη (Adler & Flihan, 1997).

Ως προς τα μαθησιακά αποτελέσματα, η διεπιστημονική προσέγγιση ενός θέματος προσφέρει «ολιστική» μάθηση και συμβάλλει ανασυγκρότηση της ανάπτυξης των ιδιαίτερων δεξιοτήτων των μαθητών. Πιο συγκεκριμένα, η διεπιστημονική μάθηση συμβάλλει στην ανάπτυξη και στην καλλιέργεια της κριτικής σκέψης, προσελκύει το ενδιαφέρον και την προσοχή των μαθητών, αναπτύσσει πολλές κοινωνικές τους ικανότητες, ανακαλύπτει κλίσεις και δεξιότητες των μαθητών μέσω της ανάπτυξης ποικίλων κοινωνικών επιτευγμάτων, συμβάλλει στην αυτοαξιολόγηση των μαθητών με ευρύτερο στόχο τη διά βίου μάθηση (Adler & Flihan, 1997).

Η εκπαιδευτική ρομποτική εφαρμόζει τη διεπιστημονικότητα, δηλαδή τη συνεργασία διάφορων επιστημονικών κλάδων μέσα από ένα σύστημα αλληλεπίδρασης, στο πλαίσιο του οποίου οι επιστήμες αποσκοπούν στη σφαιρική θέαση και στην ολόπλευρη αντιμετώπιση ενός θέματος (Humbert, 1992). Η διεπιστημονικότητα στην εκπαιδευτική ρομποτική εφαρμόζεται στους παρακάτω κλάδους (Καλτέκης & Στάτη, 2018):

- Στη Φυσική, μέσα από τη μελέτη της κίνησης, των δυνάμεων, της τριβής και συναφών μεγεθών.
- Στα Μαθηματικά και στη Γεωμετρία μέσα από τη μέτρηση αποστάσεων και την αφομοίωση βασικών ιδιοτήτων της γεωμετρίας.

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

- Στην Τεχνολογία, μέσα από την προσέγγιση του ψηφιακού εγγραμμτισμού.
- Στη Μηχανική μέσα από την κατασκευή μηχανών και άλλων συναφών δραστηριοτήτων.
- Στην Ιστορία μέσα από την κατασκευή προσομοιωτικών μηχανών, ρομπότ, που φέρνουν τον μαθητή σε επαφή με την τεχνολογία μιας άλλης εποχής.
- Στα διαθεματικά Projects μέσα από τον συνδυασμό εννοιών από διαφορετικές γνωστικές περιοχές.

Η διεπιστημονικότητα που χαρακτηρίζει την εκπαιδευτική ρομποτική της δίνει τη δυνατότητα να εξελίσσεται και να προσεγγίζει τη γνώση με έναν τελείως διαφορετικό τρόπο από τον παραδοσιακό. Οι μαθητές με την εφαρμογή της εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορούν να αξιοποιούν σε πολύ μεγάλο βαθμό την προϋπάρχουσα σε αυτούς γνώση, να τη διαχειρίζονται με σωστό τρόπο και να την συμπληρώνουν εξελίσσοντάς την (Καλτέκης & Στάτη, 2018)

2.1.1 Project Based Learning θεωρίες για EP

Τα Project που εκπονούνται στο πλαίσιο της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής για τη διαθεματική προσέγγιση της εκπαίδευσης εδράζονται στη θεωρία του κονστρουκτιβισμού, μέσω του οποίου προσεγγίζουν την ενεργό μάθηση και τοποθετούν τον μαθητή στο επίκεντρο της διδασκαλίας και τον εκπαιδευτικό στον ρόλο του διευκολυντή. Οι μαθητές με τον τρόπο αυτό κατανοούν νέες ιδέες και δομές συμπληρώνοντας με αυτές τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις τους (Piaget, 1972). Μια ακόμα θεωρία που αξιοποιείται στη διαδικασία της εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι ο εποικοδομητισμός. Πρόκειται για μια προσέγγιση μάθησης που βασίζεται στη θεωρία του κονστρουκτιβισμού, ωστόσο την εξελίσσει μέσα από μια εκπαιδευτική στρατηγική με την οποία δίνει έμφαση στην κατασκευαστική πλευρά της εκπαίδευσης (Papert, 1991). Έτσι οι μαθητές έχουν περιθώριο για ανατροφοδότηση και παράλληλα αναπτύσσουν τη συνεργατική μάθηση (Carbonaro, Rex, & Chambers, 2004).

2.1.2 Inquiry based Learning και EP

Η εκπαιδευτική ρομποτική προσφέρει τη δυνατότητα για ανοιχτές μαθησιακές δραστηριότητες στη διερευνητική μάθηση, στο πλαίσιο των οποίων αξιοποιούνται ερωτήσεις και όχι πειραματισμοί και υποθέσεις. Η αξιολόγηση τέτοιων δραστηριοτήτων δεν είναι απλή, καθώς δεν είναι ιδιαίτερα εύκολη η δημιουργία ομάδων ελέγχου και η αξιοποίηση διαγνωστικών δοκιμών αλλοιώνει την αξία των μαθησιακών προϊόντων (Hammer et al., 2010).

Έχει διαπιστωθεί συχνά ότι οι μαθητές εκτιμούν την πρακτική εργασία και διαπιστώνουν ότι μαθαίνουν περισσότερα μαθήματα που περιλαμβάνουν ένα έργο από εκείνα που βασίζονται αποκλειστικά συμβατικές διαλέξεις και τεστ. Η διδασκαλία έχει βασικό συστατικό τη «μάθηση με βάση την έρευνα», μια παιδαγωγική προσέγγιση που αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1960 στη λογική του κονστρουκτιβισμού, που υιοθετείται ως διδακτική μεθοδολογία με στόχο την ενσωμάτωση του μαθητή ως ηθοποιού στην εκπαιδευτική διαδικασία παρά ως θεατή. Στο πνεύμα της μάθησης με βάση την έρευνα, ο στόχος είναι οι μαθητές να κατανοήσουν το υλικό του μαθήματος μέσω μεθόδων που βασίζονται στην έρευνα. Αφού τους παρασχεθεί το βασικό επίπεδο ικανότητας για να προχωρήσουν, οι μαθητές τότε σχεδιάζουν τη δική τους μεθοδολογία την οποία και εφαρμόζουν (Adler & Flihan, 1997).

Η προσέγγιση της μάθησης μέσα από τη διερεύνηση αποτελεί μια παιδαγωγική στρατηγική που εστιάζει στην αξιοποίηση της έμφυτης περιέργειας του μαθητή για μάθηση, η οποία

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Λειτουργεί ως ωστική δύναμη για την επιδίωξη και δεν τέλει την κατανόηση της γνώσης. Η διδασκαλία μάθησης που βασίζεται στην έρευνα επιτρέπει στους μαθητές να συγκεντρώσουν ιδέες για να δημιουργήσουν τη δική τους γνώση και κατανόηση. Στο πλαίσιο της διερευνητικής προσέγγισης, η οργάνωση της μάθησης γίνεται με βάση ερωτήσεις και προβλήματα σε ένα υψηλό μαθητοκεντρικό περιβάλλον. Οι μαθητές προσεγγίζουν αφομοιώνουν τη γνώση μέσα από ερωτήσεις, υποθέσεις, πειράματα, παρατηρήσεις και αναλύσεις (The Pathway Project, 2013).

Πρόκειται για έναν ιδιαίτερο τρόπο προσέγγισης της γνώσης, καθώς συνδυάζει τη δημιουργία ερωτήσεων και την εύρεση κατάλληλων απαντήσεων με τη συζήτηση, την ανάδραση και τον συσχετισμό με τα αποτελέσματα (Bishop et al., 2004). Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές συμμετέχουν στην ενεργή μάθηση, καθώς στηρίζονται σε δικές τους ερωτήσεις για να προσεγγίσουν τη γνώση. Ιδιαίτερα εντυπωσιακός είναι ο κυκλικός τρόπος οργάνωσης των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων σε όλα τα θέματα του κοινωνικού ή του φυσικού περιβάλλοντος που προσεγγίζονται, καθώς μέσα από την κάθε ερώτηση προκύπτει μια καινούργια. Οι μαθητές κατορθώνουν με τον τρόπο αυτό να μάθουν για τις επιστήμες και να εφαρμόσουν τις γνώσεις που αποκτούν για αυτές (Aubé & David, 2003).

Η ενθάρρυνση της συνεργασίας μεταξύ των μαθητών προκειμένου να βρουν πηγές, να χρησιμοποιήσουν τα κατάλληλα εργαλεία και να οδηγηθούν στα αντίστοιχα αποτελέσματα που ακολουθείται στη συγκεκριμένη διαδικασία, παραπέμπει σε μια κοινωνική-κονστрукτιβιστική μέθοδο μάθησης, που συμβάλλει στην πρόοδο των μαθητών μέσα από τη συνεργασία και την αλληλεπίδραση.

Στο πλαίσιο υλοποίησης της διερευνητικής μάθησης, οι μαθητές ακολουθούν τα παρακάτω βήματα (Sotiriou et al., 2012):

- Διατυπώνουν ερωτήσεις για κάποιο φαινόμενο και γίνονται υποθετικά απαντητικά σενάρια
- Συλλέγουν στοιχεία μέσα από πειράματα
- Αναλύουν τα δεδομένα
- Εξηγούνται τα αποτελέσματα
- Συσχετίζονται τα αποτελέσματα με την επιστημονική γνώση
- Δημοσιεύονται τα αποτελέσματα κατόπιν συνεννόησης των μαθητών
- Γίνεται αποτίμηση της μαθησιακής διαδικασίας από τους μαθητές μέσω της εργασίας τους (ανάδραση). Στο στάδιο αυτό είτε υπάρχει ανατροφοδότηση και ξεκινά νέος κύκλος ερωτήσεων και απαντητικών σεναρίων είτε ολοκληρώνεται η δραστηριότητα.

Η εκπαιδευτική ρομποτική είναι σύμφωνη με τις αρχές της διερευνητικής μάθησης και της διαθεματικής προσέγγισης, καθώς παρέχει δυνατότητες για την προσομοίωση πραγματικών καταστάσεων και την περαιτέρω ανάπτυξη τους καθώς και για την εμπλοκή πολλών επιστημονικών πεδίων ενώ προωθεί κατεξοχήν τη συνεργατική μάθηση. Εξάλλου, στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής ρομποτικής, οι μαθητές ενθαρρύνονται στη μαθησιακή διαδικασία μέσα από τον μαθητοκεντρικό προσανατολισμό. Μέσα από τη ρομποτική οι μαθητές οδηγούνται στη διατύπωση υποθέσεων, στη διεξαγωγή πειραμάτων και στην καλλιέργεια αφηρημένων δεξιοτήτων. Όλα αυτά στοιχειοθετούν τις αρχές της διερευνητικής μάθησης (Hammer et al., 2010).

2.1.3 Problem Based Learning και EP

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Η μάθηση που βασίζεται σε προβλήματα είναι μια μέθοδος διδασκαλίας, η οποία προϋποθέτει την κατανόηση και την επίλυση του προβλήματος με απώτερο στόχο την κατάκτηση της γνώσης και τη δημιουργία μάθησης. Στο πλαίσιο αυτό, η διδασκαλία επικεντρώνεται γύρω από το πρόβλημα για το οποίο υπάρχουν παραπάνω από μια λύσεις και άρα είναι ένα «ανοιχτό» πρόβλημα. Η ομαδοσυνεργατική προσέγγιση του προβλήματος είναι απαραίτητη από τους μαθητές προκειμένου να προσδιορίσουν ακριβώς τι είναι αυτό που πρέπει να μάθουν και μέσα από αυτό να εντοπίσουν την αιτία του προβλήματος και να οδηγηθούν στη λύση του. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στη διαδικασία αυτή είναι καθοδηγητικός και διευκολυντικός. Η συνεργασία των μαθητών, σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες, είναι απαραίτητη στη διαδικασία προκειμένου να διατυπώσουν και να αναλύσουν το πρόβλημα και μέσα από την αναπαράστασή του να συνθέσουν τις ιδέες του, προκειμένου να οδηγηθούν σε πιθανές λύσεις (Barrows & Tamblyn, 1980).

Η μάθηση βάσει προβλημάτων (PBL) ως μέθοδος διδασκαλίας είναι πολύ χρήσιμη καθώς συμβάλλει ανάπτυξη υπολογιστικής σκέψης (CT) στους μαθητές. Οι μαθητές πρέπει πρώτα να καθορίσουν εάν υπάρχει πρόβλημα και να καθορίσουν ποιο πιστεύουν ότι είναι το πρόβλημα. Μετά αναγνώριση και τη βαθιά κατανόηση του προβλήματος, αναζητούν πόρους από τους οποίους μπορούν να ληφθούν περαιτέρω πληροφορίες. Σε αυτό το στάδιο, είναι δυνατό να ξεκινήσουν δημιουργούν μερικές πρώτες λύσεις σε συνεργασία με άλλους μαθητές. Μετά από τον τελικό καταιγισμό ιδεών και τον πειραματισμό, οι μαθητές αναλύουν την πιθανή λύση που έχουν βρει και αν το επιθυμούν προτείνουν την καλύτερη λύση. Ως αποτέλεσμα της εμπλοκής στη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων, οι μαθητές αναπτύσσουν τις δικές τους υπολογιστικές δεξιότητες σκέψης. Η δύναμη αυτής της εκπαιδευτικής προσέγγισης είναι ότι οι μαθητές όχι αποκτούν μόνο προσωπικά σημαντικές γνώσεις που μαθαίνονται σε ένα σχετικό πλαίσιο, αλλά έρχονται επίσης σε μια προσωπική κατανόηση του τρόπου απόκτησης γνώση για την επίλυση μιας κατάστασης. Η καθοδήγηση και η υποστηρικτική ερώτηση βρίσκονται στο επίκεντρο μέσα από τον ρόλο του εκπαιδευτικού στη μάθηση βάσει προβλημάτων. Αντικατοπτρίζοντας με μεγαλύτερη ακρίβεια τον πραγματικό κόσμο μέσα από τις δραστηριότητες και όχι μέσα από τις παραδοσιακές προσεγγίσεις, οι μαθητές καταλαβαίνουν τις εγγενείς ασάφειες που εμπλέκονται στη μάθηση. Οι πιθανές εμπειρίες που πρέπει να αποκτηθούν από μια προσέγγιση βασισμένη στο πρόβλημα, φαίνεται να αντικατοπτρίζουν σε πολύ πραγματικό βαθμό τις εμπειρίες που θα συναντήσουν κατά τη διάρκεια της ζωής ως επαγγελματίες (Koukosia, 2021).

Στο πλαίσιο της συνεργατικής επίλυσης προβλημάτων, τα μέλη της ομάδας μπορούν να αποκτήσουν ευέλικτες και ταξινομημένες τις οποίες θα μπορούν να ανακαλούν και να χρησιμοποιούν εύκολα, να αναπτύξουν δεξιότητες σχετικές με την κριτική σκέψη, τη συνεργασία και την επίλυση προβλημάτων και τέλος να καλλιεργήσουν συγκεκριμένες στάσεις αναφορικά με την ομαδικότητα στην εργασία, την αυτοκατευθυνόμενη μάθηση, τη διά βίου μάθηση και τη μεταφορά των δεξιοτήτων στο εργασιακό περιβάλλον (Barrows, 1996).

Η συγκεκριμένη μέθοδος αποτελείται από τα προβλήματα, που λειτουργούν ως ενεργοποιητές της διαδικασίας, από τους εκπαιδευτικούς που συντονίζουν τη διαδικασία και διευκολύνουν τη διεξαγωγή της, από τους μαθητές που διεκπεραιώνουν τη διαδικασία και τέλος από τις ομάδες που διασφαλίζουν τη συνεργασία (Burch, 2000).

Αν και έχουν δοθεί αρκετές παραλλαγές στη συγκεκριμένη μέθοδο, τα βασικά δομικά χαρακτηριστικά της παραμένουν αναλλοίωτα και είναι τα παρακάτω (Barrows, 1996) :

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

- Η μάθηση είναι μαθητοκεντρική και αυτοκατευθυνόμενη, καθώς οι συμμετέχοντες αναλαμβάνουν την ευθύνη της διαχείρισης του προβλήματος και της εξεύρεσης λύσης.
- Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι διευκολυντικός και καθοδηγητικός, αφού δεν δίνει τις λύσεις παρά μόνο καθοδηγεί τους μαθητές στην προσέγγισή τους.
- Η εργασία είναι ομαδική, καθώς γίνεται σε μικρές και ελεγχόμενες ομάδες με ιδιαίτερη έμφαση στη συνεργατικότητα και στην αλληλεπίδραση.
- Το είδος των προβλημάτων, τα οποία πρέπει να παρουσιάζονται σε προσομοιωμένες συνθήκες εργασίας και να μην έχουν μια προφανή λύση, αλλά να εμπνέουν τους μαθητές να αναζητήσουν την αιτία του προβλήματος από τα συμπτώματα.

Η εκπαιδευτική ρομποτική προάγει τη μάθηση βάσει προβλημάτων. Η εισαγωγή του STEM στην εκπαίδευση, ως επιστημονική προσέγγιση έχει προκαλέσει πολλές συζητήσεις για τον τρόπο εφαρμογής του στη σχολική και τριτοβάθμια εκπαίδευση αλλά και για τη φύση του επιστημολογικού περιεχομένου. Σχετικό με την εισαγωγή του STEM είναι και το θέμα της εισαγωγής της υπολογιστικής σκέψης σε συνδυασμό με το STEM, παιδαγωγική μηχανικής και μεθοδολογία που πρέπει να ακολουθηθεί - σε πρακτικό επίπεδο - ολοκλήρωση της επιστημολογίας STEM στο πρόγραμμα σπουδών όπως η «διδασκτική των μαθημάτων ειδικότητας» και σε προγράμματα κατάρτισης για την απόκτηση παιδαγωγικής επάρκειας. Η υπολογιστική σκέψη περιλαμβάνει επίλυση προβλημάτων, σχεδιασμό συστημάτων και κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς, χρησιμοποιώντας έννοιες από την επιστήμη των υπολογιστών. Ο Wing (Wing, 2008) υποστήριξε ότι η υπολογιστική σκέψη «συνδέει» τη μαθηματική σκέψη με μηχανική, δίνοντας έμφαση στον σχεδιασμό συστημάτων που θα βοηθήσουν επίλυση σύνθετων προβλημάτων. Οι διαστάσεις της υπολογιστικής σκέψης περιλαμβάνουν τις παρακάτω ικανότητες:(Ψυχάρης, 2018, όπως αναφέρεται στην Koukosia, 2021):

- «αλγοριθμικής» σκέψης
- σκέψης με όρους «διάσπασης» του προβλήματος
- γενίκευσης και χρήσης βάσει προτύπων
- «αφηρημένης» σκέψης μέσα από την επιλογή παραστάσεων
- Αξιολόγησης ενός μοντέλου

Ως εκ τούτου, στον πυρήνα της υπολογιστικής σκέψης βρίσκεται η ικανότητα του μαθητή να σπάει μεγάλα προβλήματα σε μικρότερα (NRC, 2011). Η υπολογιστική σκέψη σχετίζεται άμεσα με την ικανότητα των μαθητών να δημιουργούν μοντέλα, τόσο νοητικά όσο και μηχανικά. Έτσι μαθαίνουν να αναπτύσσουν και δημιουργούν νέες ιδέες για να λύσουν τα προβλήματά τους (Vossoughi, 2013 - Bers, 2014 όπως αναφέρεται στην Koukosia, 2021).

2.1.4 FERTILE Design Methodology

Συγκεκριμένα, η δράση 1 βασίζεται σε μεθοδολογία που αναπτύσσεται (FERTILE) και η οποία υποστηρίζει τη διαθεματικότητα. Το έργο FERTILE έχει ως στόχο την υποστήριξη των εκπαιδευτικών στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη σε πλαίσια μεικτής μάθησης, ενσωματώνοντας προσομοιωτές Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και απομακρυσμένη συνεργασία στην εκπαιδευτική πρακτική. Για την ανάπτυξη μιας αποτελεσματικής προσέγγισης που προωθεί τη διεπιστημονικότητα, η κοινοπραξία FERTILE ανέλαβε μια σε βάθος εξέταση που περιλάμβανε διάφορες βασικές πτυχές ([An initial version of the FERTILE design methodology](#), 2023). Πρώτον, οι εταίροι διερεύνησαν τις παιδαγωγικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται στα μαθήματα τέχνης. Επιπλέον, εξέτασαν την ισχύουσα εκπαιδευτική νομοθεσία στις χώρες που εκπροσωπούνται από την κοινοπραξία, εστιάζοντας ειδικά στη διασταύρωση των μαθημάτων ΕΡ και Τεχνών. Αυτό περιελάμβανε

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

ενδεδειγμένη διερεύνηση των πλαισίων, των πολιτικών και των κατευθυντήριων γραμμών που διαμορφώνουν την εφαρμογή και την ενσωμάτωση των μαθημάτων ER και Τεχνών στα αντίστοιχα εκπαιδευτικά συστήματα. Επιπλέον, αναζητήθηκαν οι εμπειρίες και οι πολύτιμες γνώσεις των εκπαιδευτικών για την κατανόηση και τη συγκέντρωση των προοπτικών τους σχετικά με τις διαθεματικές δραστηριότητες των ER και των Τεχνών. Η εμπειρογνωμοσύνη τους και οι προτάσεις εξετάστηκαν λεπτομερώς για να εντοπιστούν αποτελεσματικές προσεγγίσεις και βέλτιστες πρακτικές για την προώθηση διεπιστημονικότητας στο πλαίσιο των ER. Η υιοθέτηση της προσέγγισης παρείχε πολλά πλεονεκτήματα. ([An initial version of the FERTILE design methodology](#), 2023) Διευκολύνει τη διασύνδεση της πρακτικής με τη θεωρία, διασφαλίζοντας έτσι ότι τα ευρήματα βασίζονται σε εφαρμογές του πραγματικού κόσμου. Επιπλέον, προκαλεί την αλληλεπίδραση των ερευνητών και των επαγγελματιών, προωθώντας τη συνεργασία και την ανταλλαγή γνώσεων καθ' όλη τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας ([An initial version of the FERTILE design methodology](#), 2023). Η κοινοπραξία² που εκπονεί τη μεθοδολογία αυτή, διεξήγαγε βιβλιογραφική ανασκόπηση (FERTILE project consortium, 2022a) και μια ανάλυση αναγκών μέσω των εκπαιδευτικών προφίλ ([Report on educators' profiling](#), 2022). Κατά συνέπεια, η συμβολή των επαγγελματιών προώθησε την ενεργό συμμετοχή τους στον καθορισμό των ερευνητικών στόχων, στη διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων και στον εντοπισμό των σχετικών ζητημάτων προς διερεύνηση. Βασικό στοιχείο της υποστήριξης είναι η παροχή μιας πλατφόρμας με την οποία οι εκπαιδευτικοί υλοποιούν το σχεδιασμό και οι μαθητές την υλοποίηση των έργων τους. Αυτή παρέχει στους εκπαιδευτικούς ένα συγγραφικό περιβάλλον, εργαλεία για το συν-σχεδιασμό και την επικοινωνία αλλά και χαρακτηριστικά διαχείρισης μάθησης που επιτρέπουν την παρουσίαση των έργων με μαθητές. Σκοπεύει να προωθήσει καινοτόμες πρακτικές μάθησης και διδασκαλίας προωθώντας σύγχρονες παιδαγωγικές προσεγγίσεις που υιοθετούν τη διακλαδική μάθηση με την ενσωμάτωση της ER με τις Τέχνες προς την καλλιέργεια δεξιοτήτων Υπολογιστικής Σκέψης (ΥΣ) σε ένα περιβάλλον μεικτής μάθησης. Γι' αυτό, η κύρια καινοτομία αυτής της προσέγγισης έγκειται στον τρόπο με τον οποίο οι Τέχνες εμπλέκονται ως μια περιοχή με σημαντική ΥΣ, π.χ. η δημιουργία τέχνης περιλαμβάνει την επίλυση προβλημάτων, την αναπαράσταση μοτίβων έκφρασης (π.χ. παύσεις Chekhov, τεχνικές αφήγησης, κινούμενοι χαρακτήρες), ανάπτυξη αλγορίθμων (π.χ. καθοδήγηση χορογραφίας), κατανόηση της κύριας ιδέας ενός λογοτεχνικού κειμένου (σύνοψη ή ερμηνεία).

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική, είτε φυσική είτε διαδικτυακή, μπορεί να θεωρηθεί ως λειτουργικό μέρος αυτών των διαδικασιών. Οι μαθητές δημιουργούν ρομπότ για να αναπαριστούν συμπεριφορές, σκηνές, θέματα ποιημάτων ή για να περιγράψουν μια ιστορία με δημιουργικούς και πρωτοποριακούς τρόπους.

Τα βήματα της μεθοδολογίας όπως περιγράφονται στο ([An initial version of the FERTILE design methodology](#), 2023) είναι:

- **Κατανοώντας την πρόκληση (UND):** Σε αυτό το βήμα, ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει την πρόκληση και οι μαθητές χρησιμοποιούν την αφαίρεση, την αποσύνθεση και/ή την αναγνώριση προτύπων για να αναγνωρίσουν τη δεδομένη απαίτηση της συγκεκριμένης πρόκλησης.
- **Παράγοντας Ιδέες (GEN):** Σε αυτό το βήμα, οι μαθητές χρησιμοποιούν αφαίρεση, αποσύνθεση ή/και μοτίβο αναγνώρισης, για να δημιουργήσουν μία ή περισσότερες

² University of West Attica (UniWA, <https://www.uniwa.gr/en/>), Universidad Rey Juan Carlos (URJC, <https://en.urjc.es/>), Charles University (CUP, <https://cuni.cz/uken-1.html>), Universidad de Valladolid (UVA, <https://universityofvalladolid.uva.es/>), Comenius University (CUB, <https://uniba.sk/en/>),

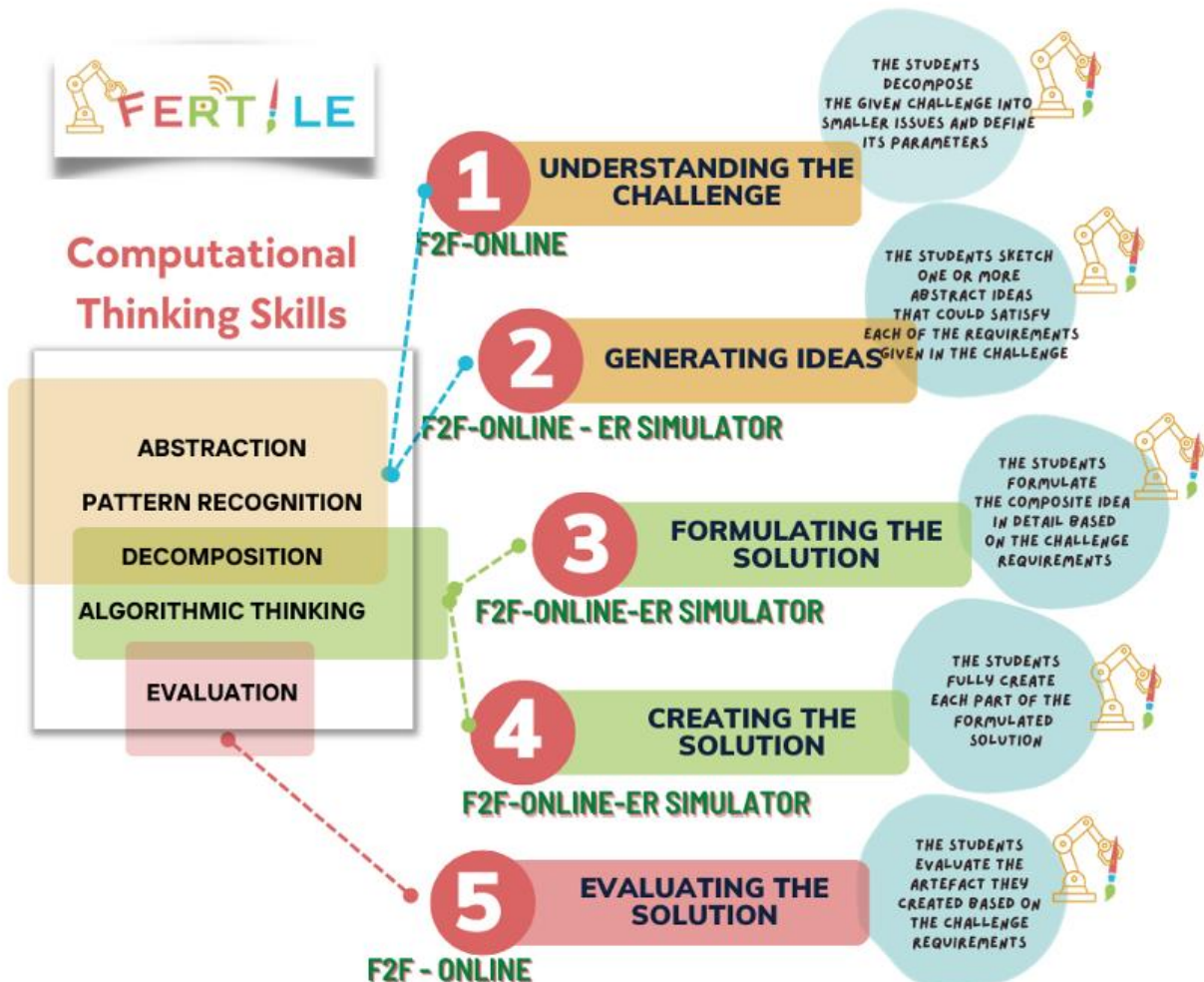
«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

ιδέες που θα μπορούσαν να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις που ορίζονται στην πρόκληση.

- **Διατυπώνοντας τη λύση (FORM):** Σε αυτό το βήμα, οι μαθητές μετατρέπουν την επιλεγμένη ιδέα σε διατυπωμένη λύση, λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις της πρόκλησης και αξιοποιώντας γνώσεις που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του ρομπότ και του αντικειμένου μέσω της αποσύνθεσης και αλγοριθμικής σκέψης.
- **Δημιουργώντας τη λύση (CRE):** Το βήμα εκτελείται επιτυχώς όταν η διαμορφωμένη λύση έχει ολοκληρωθεί πλήρως μέσω της κατασκευής του τεχνουργήματος και του προγραμματισμού της ρομπότ.
- **Αξιολογώντας τη λύση (EVA):** Σε αυτό το βήμα, οι μαθητές παρατηρούν το ολοκληρωμένο τεχνούργημα και το προγραμματισμένο ρομπότ, αξιολογώντας την αντιστοιχία τους με τις απαιτήσεις της πρόκλησης και τη συνολική καταλληλότητα του.

Σχηματικά όπως λαμβάνεται αυτούσιο:

Εικόνα 6. Τα βήματα που περιλαμβάνονται στη μεθοδολογία FERTILE και οι δεξιότητες ΥΣ



Ο σκοπός της ερευνητικής προσέγγισης σε πρώτο επίπεδο είναι να εξιχνιάσει το σκεπτικό που αρθρώνουν οι εκπαιδευτικοί για τη σύντηξη των διαφορετικών επιστημονικών κλάδων όπως αυτό θα φανεί από τη στοχοθεσία τους. Τα διάφορα αντικείμενα και οι ασκούμενοι με αυτά είναι βαθιά διαμορφωμένα από στάσεις, πρακτικές και νοοτροπίες. Αυτές οι νοοτροπίες

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

και στάσεις που υπάρχουν στα εκπαιδευτικά συστήματα της εποχής μας καλούν, και προκαλούν, τους εκπαιδευτικούς να αμφισβητούν και να αλλάζουν συνεχώς τις καθημερινές τους πρακτικές. Συνολικά, αυτό προτρέπει τους εκπαιδευτικούς να είναι ευέλικτοι και προοδευτικοί στην προσέγγισή τους προς τη διδασκαλία και τη μάθηση. Συνεπώς, διερευνάται η αντίληψη τους για τη διεπιστημονική προσέγγιση με ΕΡ και πώς μέσα από επαναλαμβανόμενους σχεδιασμούς επανεξετάζουν την παιδαγωγική της ΕΡ και να αξιοποιήσουν τις δυνατότητές της να υπερβεί τα όρια με άλλους κλάδους και να διευκολύνει το διάλογο μεταξύ διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων. Δηλαδή, η έρευνα εξετάζει τη στάση των εκπαιδευτικών όταν αντιμετωπίζουν νέες ευθύνες, λειτουργώντας ως διαχειριστές έργων και καθοδηγώντας τις αντιλήψεις τους σε σχέση με τις κατάλληλες εκπαιδευτικές μεθόδους και την πραγματικότητα του σχολείου. Επισημαίνεται, τέλος, η σημασία του να παρέχονται στους εκπαιδευτικούς εξειδικευμένη εκπαίδευση πριν από την αρχή της σχολικής χρονιάς, προκειμένου να αποκτήσουν τις δεξιότητες που απαιτούνται για τον αποτελεσματικό σχεδιασμό και την αυτοπεποίθηση κατά την εκπαιδευτική τους δραστηριότητα.

2.2 Διεπιστημονικές προσεγγίσεις ΕΡ και τέχνης

Μια λογική για την ενσωμάτωση των επιστημονικών κλάδων είναι η ιδέα ότι η ένταξη της γνώσης προάγει την καινοτόμο σκέψη που μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές επιστημονικές ανακαλύψεις. Αποδείξεις για αυτόν τον ισχυρισμό υπάρχουν με τη μορφή ισχυρών συσχετίσεων μεταξύ της συμμετοχής στις τέχνες και της ατομικής αριστείας στην επιστήμη, τη μηχανική και την ιατρική, καθώς και ιστορικές παραδείγματα που τεκμηριώνουν πώς οι ανακαλύψεις στην επιστήμη έχουν εμπνευστεί από αναλογίες που παρείχαν οι τέχνες.(Bequette & Bequette, 2012)

Όπως ο Άλμπερτ Αϊνστάιν, πολλά από τα σπουδαία πνεύματα της επιστήμης, της μηχανικής και της ιατρικής συμπλέουν με την ιδέα πως η γνώση συνυφαίνεται και έχουν οι ίδιοι ενεργά εμπλακεί με τις τέχνες και τις ανθρωπιστικές επιστήμες παράλληλα με το επιστημονικό τους έργο. Σε μια μελέτη του 2008, οι Bernstein και συνεργάτες τους διαπίστωσαν ότι πολύ καταξιωμένοι επιστήμονες, συμπεριλαμβανομένων των βραβευμένων με Νόμπελ, μέλη της Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών και μέλη της Βασιλικής Εταιρείας, είχαν σημαντικά περισσότερες πιθανότητες να ασχοληθούν με τέχνες και χειροτεχνίες και να αυτοπροσδιορίζονται ως καλλιτέχνες σε σχέση με τους μέσους επιστήμονες και το ευρύ κοινό (R. Root-Bernstein et al., 2008). Σε σύγκριση με τους επιστήμονες-μέλη της κοινότητας Sigma Xi, μια οργάνωση που μπορεί να γίνει μέλος κάθε εργαζόμενος επιστήμονας, οι βραβευμένοι με Νόμπελ ήταν 2 φορές πιθανότερο να είναι φωτογράφοι, 4 φορές πιθανότερο να είναι μουσικοί, 17 φορές πιο πιθανό να είναι καλλιτέχνες, 15 φορές πιο πιθανό να είναι άνθρωποι της χειροτεχνίας, 25 φορές περισσότερες πιθανότητες να είναι δημιουργικοί συγγραφείς και έχουν 22 φορές περισσότερες πιθανότητες να είναι καλλιτέχνες. Επιπροσθέτως, διαπίστωσαν επίσης πως η συνεχής και ενεργός συμμετοχή στις τέχνες και τη χειροτεχνία συσχετίζεται με την ύπαρξη και τη δημιουργία επιχειρηματικής καινοτομίας. Άλλες μελέτες αποφαίνονται πως (1) ενασχολούμενοι με τα αντικείμενα του STEM είναι πολύ πιο πιθανό να κατέχουν καλλιτεχνικές δεξιότητες από το μέσο Αμερικανό πολίτη, (2) η ενασχόληση με τις τέχνες συνδέεται σημαντικά με την καθιέρωση ευρεσιτεχνιών και την ίδρυση εταιριών, (3) η πλειοψηφία θεωρεί πως η ικανότητα τους στη δημιουργία καινοτομίας διεγείρεται από την ενασχόληση με τις τέχνες και (4) τη δια βίου ενασχόληση με την τέχνη αποφέρει σημαντικές επιπτώσεις στην καινοτομία του επιχειρηματικού τομέα (LaMore et al., 2013).

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Η ιστορία είναι γεμάτη από παραδείγματα ανθρώπων οι οποίοι άντλησαν το ταλέντο και το πάθος τους για την επιστήμη και τις τέχνες ως εφιαλτήριο και οδηγό για νέες ανακαλύψεις και την εξέλιξη της επιστήμης. Για παράδειγμα, ο τρίτος νόμος του Kepler προέκυψε από την αναζήτηση του για να περιγράψει την πολυφωνία των πλανητών. Ο Faraday ανακάλυψε την Ηλεκτρομαγνητική Επαγωγή ενώ ερευνούσε μουσικές/ηχητικές συσκευές του Wheatstone, ο Newton επέβαλε τη μουσική κλίμακα στα χρώματα και ο Helmholtz ανέπτυξε εναλλακτικούς γεωμετρικούς τόπους ως απάντηση στο έργο του για τη μουσική και την όραση. Είναι ενδιαφέρον ότι η ιστορία επισημαίνει επίσης παραδείγματα καλλιτεχνών που συνέβαλαν στην επιστημονική και τεχνολογικές ανακαλύψεις. Για να αναφέρουμε μερικά μόνο παραδείγματα, οι συνθέτες Leopold Mannes και Leopold Godowsky εφηύραν το Kodachrome Color Film Process , η γλύπτρια Patricia Billings εφηύρε το "geobond" προσπαθώντας να βελτιώσει τον γύψο, και οι καλλιτέχνες Heather Ackroyd και Dan Harvey έφεραν επανάσταση στον έλεγχο των θρεπτικών στοιχείων των φυτών μέσω της ζωγραφικής.(Pesic, 2014).

Ενώ αυτές οι μελέτες περιπτώσεων και οι μελέτες συσχέτισης είναι πολύ ενδιαφέρουσες και υποδηλώνουν μια σχέση μεταξύ της συμμετοχής στις τέχνες και των επιστημονικών και επιχειρηματικών επιτευγμάτων, ο Bernstein και άλλοι επισημαίνουν ότι η συσχέτιση δεν πρέπει να συγχέεται με την αιτιώδη συνάφεια. Θα μπορούσε να ισχύει το ενδεχόμενο ότι η καλλιτεχνική εκπαίδευση παράγει καλύτερους επιστήμονες και επιχειρηματίες, αλλά μπορεί επίσης να ισχύει ότι οι νομπελίστες που είναι ταυτόχρονα πιανίστες συναυλιών είναι απλά εξαιρετικοί άνθρωποι, ή εναλλακτικά, είχαν πιο προνομιούχα και προνομιακή ανατροφή σε σχέση με άλλους. Δε μπορεί κάποιος να υποστηρίξει με βεβαιότητα πως η ένταξη των τεχνών στα επιστημονικά αντικείμενα θα παράγει αδιαμφισβήτητα καινοτομίες και επανάσταση στην επιστήμη. Όμως, μια εκπαιδευτική πρακτική στην οποία παρακινεί τους μαθητές να δουν διαμέσου μη επικαλυπτόμενων αντικειμένων, αδιαμφισβήτητα προσθέτει τα χαρακτηριστικά τα οποία οδήγησαν σε κάποιες από τις πιο σημαντικές εξελίξεις στην ιστορία της επιστήμης. Ως εκ τούτου, τα προγράμματα σπουδών που είναι πολύ στενά προσκολλημένα σε ένα μόνο επιστημονικό πεδίο μπορεί να εμποδίσουν την ικανότητα των μαθητών να σκέφτονται πέρα από τα όρια του ήδη κερτημένου, να επιτύχουν νέες μορφές δημιουργικής καινοτομίας, και έτσι να κατανοήσουν καλύτερα και να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις της στιγμής.

2.2.1 Οι απαρχές του STEM

Η χρήση του ακρωνύμιου STEM ως γενικού όρου που αναφέρεται στις Επιστήμες, την Τεχνολογία, τη Μηχανική και τα Μαθηματικά, μπορεί να αποδοθεί στο Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών (NSF) στις Ηνωμένες Πολιτείες τη δεκαετία του 1990. Με σκοπό την υποστήριξη των κρίσιμων αναγκών του εργατικού δυναμικού, το NSF εγκαινίασε το τμήμα Εκπαίδευσης και Ανθρώπινου Δυναμικού για την αντιμετώπιση των εκπαιδευτικών αναγκών σε όλες τις επιστήμες, τα μαθηματικά, τη μηχανική και την τεχνολογία (SMET). Οι Rimes και León de la Barra (2014) δήλωσαν ότι ο όρος αυτός αντικαταστάθηκε αργότερα, το 2001, με τον πιο "εύηχο", STEM (σ. 20), και λίγο αργότερα τοποθετήθηκε ως μια οντότητα από μόνη της- ενώ η SMET δεν είχε ποτέ τοποθετηθεί με αυτόν τον τρόπο (Rimes & Leon de la Barra, 2014). Ο Sanders (2008) υποστήριξε ότι ο όρος STEM τράβηξε την προσοχή της κοινής γνώμης λόγω της καλύτερης πώλησης δημοφιλών οικονομικών βιβλίων που προειδοποιούσαν ότι οι αναδυόμενες οικονομίες όπως η Κίνα και η Ινδία "ξεπερνούν" (σ. 20) τις δυτικές με καλύτερη κατάρτιση στα μαθηματικά, τις θετικές επιστήμες και τους υπολογιστές που θα έβλεπαν τις οικονομίες τους να ξεπερνούν τις ΗΠΑ. Κατά συνέπεια,

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

"η χρηματοδότηση άρχισε να ρέει προς όλα τα πράγματα STEM, και η STEMmania ξεκίνησε" οδηγώντας στην κατάσταση όπου *"όλοι φαίνονται κάπως εξοικειωμένοι με το ακρωνύμιο STEM"*. (Sanders, 2008)

Ορισμένοι προειδοποίησαν για την ταχύτητα με την οποία το ακρωνύμιο STEM έγινε πανταχού παρόν στην εκπαίδευση, σημειώνοντας την έλλειψη αποδεικτικών στοιχείων για την ενοποίηση των τεσσάρων κλάδων του STEM στην τάξη (Zeidler, 2016) Όπως δήλωσε ο (University of Maryland & Herschbach, 2011) προειδοποίησε:

"Το STEM δεν αντιπροσωπεύει ένα συγκεκριμένο μοντέλο προγράμματος σπουδών... Στην πραγματικότητα, είναι δύσκολο να διακρίνει κανείς τι ακριβώς εννοείται με τον όρο "STEM"... Πρακτικά κάθε είδους εκπαιδευτική παρέμβαση που συνδέεται έστω και ελάχιστα με την επιστήμη, τεχνολογία, τη μηχανική ή τα μαθηματικά αναφέρεται ως καινοτομία STEM... Αυτή η έλλειψη μιας σταθερής αντίληψης του STEM απειλεί μακροπρόθεσμα να καταστρέψει την υποστήριξη του κινήματος (σ. 98)."

Η δημιουργία του ακρωνυμίου καθαυτού ήταν ίσως ένας από τους παράγοντες που οδήγησαν στην ενσωμάτωση των τεσσάρων επιστημονικών περιοχών σε ένα τομέα περιεχομένου. Το 2014, η επιτροπή του Εθνικού Συμβουλίου Έρευνας για την ολοκληρωμένη εκπαίδευση STEM διαπίστωσε στοιχεία που αποδεικνύουν ότι η ενσωμάτωση των επιστημονικών πεδίων STEM θα μπορούσε να παρακινήσει τη μάθηση. Αυτή η επιτροπή εμπειρογνομόνων ζήτησε μια ρητή και κοινή γλώσσα για τη μάθηση STEM - για παράδειγμα, τη χρήση του χαρακτηρισμού *"ολοκληρωμένη μάθηση STEM"*³ για να αναφέρεται σε περιπτώσεις όπου οι επιστημονικοί κλάδοι ήταν όντως ενσωματωμένοι. Σε άλλες περιπτώσεις, οι ερευνητές χαρακτήρισαν τις προσπάθειες που συνδύαζαν δύο ή περισσότερους από τους κλάδους, όπως η χρήση μηχανικής για την προώθηση της μάθησης των φυσικών επιστημών και την ανάπτυξη της ταυτότητας, ως STEM. (National Research Council (U.S.), 2012). Άλλοι υποστήριξαν ότι το STEM "δεν είναι ένα ενιαίο γνωστικό αντικείμενο" (Bybee, 2013). Ωστόσο, μια πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση των βιβλιογραφίας που αφορά τις παρεμβάσεις στην εκπαίδευση STEM διαπίστωσε ότι εξακολουθούν να υπάρχουν πολλαπλές, και μερικές φορές ασυνεπείς και ατεκμηρίωτοι, τρόποι εννοιολόγησης της εκπαίδευσης STEM, που συχνά προβάλλουν αλλά μερικές φορές αποκρύπτουν την ενοποιητική φύση της εργασίας σε όλους τους τέσσερις κλάδους (Martín-Páez et al., 2019).

Καθώς τα εκπαιδευτικά συστήματα είναι οι θεματοφύλακες και οι ρυθμιστές της ατζέντας των τύπων γνώσης "υψηλού κύρους" που τα σχολεία διδάσκουν τελικά, είναι σημαντικό να εξετάσουμε τον πολιτικό σχεδιασμό που διέπει τη διαμόρφωση και χρήση του STEM. Αν και η διαθεματική εκπαίδευση και οι πολιτικές χρήσεις της στην εκπαιδευτική πολιτική δεν είναι καινούρια φαινόμενα, η σύγχρονη οριοθέτηση ενός πεδίου STEM και των τεσσάρων κλάδων του ως ιεραρχημένων τομέων επηρεάζει το ευρύτερο πεδίο της εκπαιδευτικής πολιτικής ιεραρχώντας τους επιστημονικούς κλάδους. Οι υπεύθυνοι χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής στις Ηνωμένες Πολιτείες έχουν ρητά ομαδοποιήσει τα αντικείμενα του STEM ως κρίσιμους κλάδους που απαιτούνται για την ώθηση των οικονομικών και εθνικών επιδόσεων (National Research Council (U.S.), 2012) και για τη διατήρηση της παγκόσμιας οικονομικής τους ισχύος. Το STEM θεωρείται ότι προάγει τις διεπιστημονικές παιδαγωγικές μεθόδους για την ενίσχυση της οικονομικής ανάπτυξης και της ανταγωνιστικότητας με άλλες χώρες (Guyotte et al., 2014) και προωθεί τη θέση των Ηνωμένων Πολιτειών στον αγώνα της στρατιωτικής τεχνολογίας (Ali & Buenavista, 2018) Επιπλέον, με την άνοδο του STEM ως πεδίου, έχουν αναδυθεί νέες πιέσεις μεταξύ STEM και αμιγώς επιστημονικής εκπαίδευσης. Ο (Weinstein

³ Βλ. Integrated STEM Learning
Κωνσταντίνος Γ. Μπεζαΐτης

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

et al., 2016) υποστηρίζει υποδηλώνοντας μια πιθανή πολιτικοποίηση του ευρύτερου πεδίου ότι

“το χαλαρό STEMification⁴ της επιστημονικής εκπαίδευσης υποκαθιστά την αγοραστική αξία της εμπειρικής γνώσης” (σ. 66).

Παρά τις ευρύτερες κοινωνικοπολιτικές εντάσεις και συγκυρίες, οι μελετητές της θετικής παιδείας και της εκπαίδευσης STEM έχουν διευρύνει το τι θεωρείται μέρος της μάθησης των επιστημών και της μηχανικής, ώστε να συμπεριλάβουν ιστορικά ριζωμένες κοινοτικές μορφές γνώσης και την πλαισίωση της καθημερινής και οικογενούς μάθησης που σχετίζεται με τον φυσικό κόσμο (National Research Council (U.S.), 2012). Πρόκειται για μια επέκταση του κοινωνικοπολιτικού σχεδίου της "καθημερινής γνώσης" που επικεντρώνει τη γνώση-σε-χρήση σε κοινωνικο-υλική πρακτική (Rogoff & Lave, 1999). Σχετίζεται επίσης με τις προσπάθειες ανάκαμψης των ιθαγενών και την ανάδειξη των πολιτισμικών συστημάτων γνώσης (μέσω ιστοριών) ως σχετικών με τους συστημικούς τρόπους γνώσης (π.χ., ποικίλη παραγωγή νοήματος, πολλαπλοί τρόποι γνώσης, γνώση που βασίζεται στην τοποθεσία και τον τόπο (Bang & Medin, 2010). Έτσι, ακόμη και μέσα σε ένα ρυθμιστικό πλαίσιο της οικονομικής ανταγωνιστικότητας, το STEM έχει επίσης εννοιοποιηθεί ως ένα σημαντικό έργο ισότητας που προάγει την πολιτισμική ετερογένεια μέσω της εφαρμογής επιστημικών πρακτικών (π.χ., εννοιολογώντας την κατασκευή ενός καταστρώματος στην πίσω αυλή ως έργο μαθηματικών και μηχανικής).

2.2.2 Η ιστορική σύνδεση μεταξύ Τεχνών και Επιστήμης

Μια άλλη λογική για την ενσωμάτωση των επιστημονικών κλάδων είναι η ιδέα ότι η ένταξη της γνώσης προάγει την καινοτόμο σκέψη που μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές επιστημονικές ανακαλύψεις. Αποδείξεις για αυτόν τον ισχυρισμό υπάρχουν με τη μορφή ισχυρών συσχετίσεων μεταξύ της συμμετοχής στις τέχνες και της ατομικής αριστείας στην επιστήμη, τη μηχανική και την ιατρική, καθώς και ιστορικές παραδείγματα που τεκμηριώνουν πώς οι ανακαλύψεις στην επιστήμη έχουν εμπνευστεί από αναλογίες που παρείχαν οι τέχνες.(Bequette & Bequette, 2012)

Όπως ο Άλμπερτ Αϊνστάιν, πολλά από τα σπουδαία πνεύματα της επιστήμης, της μηχανικής και της ιατρικής συμπλέουν με την ιδέα πως η γνώση συνυφαίνεται και έχουν οι ίδιοι ενεργά εμπλακεί με τις τέχνες και τις ανθρωπιστικές επιστήμες παράλληλα με το επιστημονικό τους έργο. Σε μια μελέτη του 2008, οι Bernstein και συνεργάτες τους διαπίστωσαν ότι πολύ καταξιωμένοι επιστήμονες, συμπεριλαμβανομένων των βραβευμένων με Νόμπελ, μέλη της Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών και μέλη της Βασιλικής Εταιρείας, είχαν σημαντικά περισσότερες πιθανότητες να ασχοληθούν με τέχνες και χειροτεχνίες και να αυτοπροσδιορίζονται ως καλλιτέχνες σε σχέση με τους μέσους επιστήμονες και το ευρύ κοινό (R. Root-Bernstein et al., 2008). Σε σύγκριση με τους επιστήμονες-μέλη της κοινότητας Sigma Xi⁵, μια οργάνωση που μπορεί να γίνει μέλος κάθε εργαζόμενος επιστήμονας, οι βραβευμένοι με Νόμπελ ήταν 2 φορές πιθανότερο να είναι φωτογράφοι, 4 φορές πιθανότερο να είναι μουσικοί, 17 φορές πιο πιθανό να είναι καλλιτέχνες, 15 φορές πιο πιθανό να είναι άνθρωποι της χειροτεχνίας, 25 φορές περισσότερες πιθανότητες να είναι δημιουργικοί συγγραφείς και έχουν 22 φορές περισσότερες πιθανότητες να είναι καλλιτέχνες. Επιπροσθέτως, διαπίστωσαν επίσης πως η συνεχής και ενεργός συμμετοχή στις τέχνες και τη χειροτεχνία συσχετίζεται με την ύπαρξη και τη δημιουργία επιχειρηματικής καινοτομίας. Άλλες μελέτες αποφαίνονται πως (1) ενασχολούμενοι με τα αντικείμενα του STEM είναι

⁴ Το -ification δηλώνει την τάση να γίνει κάτι μέρος του αντικειμένου του “STEM”

⁵ Βλ. [Sigma Xi](#)

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

πολύ πιο πιθανό να κατέχουν καλλιτεχνικές δεξιότητες από το μέσο Αμερικανό πολίτη, (2) η ενασχόληση με τις τέχνες συνδέεται σημαντικά με την καθιέρωση ευρεσιτεχνιών και την ίδρυση εταιριών, (3) η πλειοψηφία θεωρεί πως η ικανότητα τους στη δημιουργία καινοτομίας διεγείρεται από την ενασχόληση με τις τέχνες και (4) τη δια βίου ενασχόληση με την τέχνη αποφέρει σημαντικές επιπτώσεις στην καινοτομία του επιχειρηματικού τομέα (LaMore et al., 2013).

Η ιστορία είναι γεμάτη από παραδείγματα ανθρώπων οι οποίοι άντλησαν το ταλέντο και το πάθος τους για την επιστήμη και τις τέχνες ως εφιαλτήριο και οδηγό για νέες ανακαλύψεις και την εξέλιξη της επιστήμης. Για παράδειγμα, ο τρίτος νόμος του Kepler προέκυψε από την αναζήτηση του για να περιγράψει την πολυφωνία των πλανητών. Ο Faraday ανακάλυψε την Ηλεκτρομαγνητική Επαγωγή ενώ ερευνούσε μουσικές/ηχητικές συσκευές του Wheatstone, ο Newton επέβαλε τη μουσική κλίμακα στα χρώματα και ο Helmholtz ανέπτυξε εναλλακτικούς γεωμετρικούς τόπους ως απάντηση στο έργο του για τη μουσική και την όραση. Είναι ενδιαφέρον ότι η ιστορία επισημαίνει επίσης παραδείγματα καλλιτεχνών που συνέβαλαν στην επιστημονική και τεχνολογικές ανακαλύψεις. Για να αναφέρουμε μερικά μόνο παραδείγματα, οι συνθέτες Leopold Mannes και Leopold Godowsky εφηύραν το Kodachrome Color Film Process⁶, η γλύπτρια Patricia Billings εφηύρε το "geobond"⁷ προσπαθώντας να βελτιώσει τον γύψο, και οι καλλιτέχνες Heather Ackroyd και Dan Harvey έφεραν επανάσταση στον έλεγχο των θρεπτικών στοιχείων των φυτών μέσω της ζωγραφικής.(Pesic, 2014).

Ενώ αυτές οι μελέτες περιπτώσεων και οι μελέτες συσχέτισης είναι πολύ ενδιαφέρουσες και υποδηλώνουν μια σχέση μεταξύ της συμμετοχής στις τέχνες και των επιστημονικών και επιχειρηματικών επιτευγμάτων, ο Bernstein και άλλοι επισημαίνουν ότι η συσχέτιση δεν πρέπει να συγχέεται με την αιτιώδη συνάφεια. Θα μπορούσε να ισχύει το ενδεχόμενο ότι η καλλιτεχνική εκπαίδευση παράγει καλύτερους επιστήμονες και επιχειρηματίες, αλλά μπορεί επίσης να ισχύει ότι οι νομπελίστες που είναι ταυτόχρονα πιανίστες συναυλιών είναι απλά εξαιρετικοί άνθρωποι, ή εναλλακτικά, είχαν πιο προνομιούχα και προνομιακή ανατροφή σε σχέση με άλλους. Δε μπορεί κάποιος να υποστηρίξει με βεβαιότητα πως η ένταξη των τεχνών στα επιστημονικά αντικείμενα θα παράγει αδιαμφισβήτητα καινοτομίες και επανάσταση στην επιστήμη. Όμως, μια εκπαιδευτική πρακτική στην οποία παρακινεί τους μαθητές να δουν διαμέσου μη επικαλυπτόμενων αντικειμένων, αδιαμφισβήτητα προσθέτει τα χαρακτηριστικά τα οποία οδήγησαν σε κάποιες από τις πιο σημαντικές εξελίξεις στην ιστορία της επιστήμης. Ως εκ τούτου, τα προγράμματα σπουδών που είναι πολύ στενά προσκολλημένα σε ένα μόνο επιστημονικό πεδίο μπορεί να εμποδίσουν την ικανότητα των μαθητών να σκέφτονται πέρα από τα όρια του ήδη κερτημένου, να επιτύχουν νέες μορφές δημιουργικής καινοτομίας, και έτσι να κατανοήσουν καλύτερα και να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις της στιγμής.

Σε ένα άλλο πεδίο, μια πρώιμη θεωρητική θέση σχετικά με τη δημιουργικότητα των παιδιών ήταν αναπτύχθηκε από τον (Vygotsky, 1967), ο οποίος υποστήριξε ότι η δημιουργικότητα θα αναπτυσσόταν μέσα από παιγνιώδεις δραστηριότητες στις οποίες τα παιδιά συμμετέχουν. Κατά τη διάρκεια αυτών των δραστηριοτήτων παιχνιδιού, όχι μόνο παρελθοντικές εμπειρίες θα εμπλέκονταν, αλλά ένα είδος συνδυαστικής φαντασίας θα περιλάμβανε τις νεοδημιουργηθείσες εντυπώσεις που προέρχονται από νέες πραγματικότητες.

⁶ Βλ [Kodachrome](#)

⁷ Βλ. [GeoBond](#)

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Ο (Guilford, 1950) αναρωτήθηκε γιατί τα σχολεία δεν ασχολούνται πιο διεξοδικά με την καλλιέργεια της δημιουργικών ικανοτήτων των μαθητών. Το 1972, οι Papert και Solomon δημοσίευσαν το "Twenty Things to Do with a Computer"⁸, στο οποίο πρότειναν μια περαιτέρω ενσωμάτωση των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών στο σχολείο προγράμματα σπουδών. Στο άρθρο αυτό, οι συγγραφείς παρουσίασαν ένα ρομπότ με την ονομασία "Turtle", το οποίο αποτελεί ένα πρώιμο παράδειγμα εκπαιδευτικής ρομποτικής (Papert & Solomon, 1972). Αυτό το μάλλον απλοϊκό και μη ανθρωπόμορφο ρομπότ κατευθύνθηκε να κινείται μέσω ενός γλώσσα προγραμματισμού που ονομάζεται "LOGO". Οι Papert και Solomon περιέγραψαν πώς η "Χελώνα" μπορούσε να προγραμματιστεί να σχεδιάζει εικόνες στην επιφάνεια στην οποία κινείται μέσω ενός στυλό που ήταν βρισκόταν στο κέντρο του κάτω μέρους του ρομπότ.

Στις αρχές της δεκαετίας του 2000, οι ρομποτικές εργαλειοθήκες απέκτησαν μια συνεχώς αυξανόμενη προσοχή στο παιδαγωγικό πλαίσιο (Alimisis, 2013). Ο Wang περιέγραψε τη χρήση ενός μαθήματος ρομποτικής για τη μηχανική σε φοιτητές, δηλώνοντας ότι η ρομποτική LEGO θα ήταν "ένα εξαιρετικό μέσο για τη διδασκαλία του σχεδιασμού, του προγραμματισμού και της δημιουργικότητας" (Wang, 2001, p. 5). Ωστόσο, η εργασία αυτή επικεντρώθηκε κυρίως σε προώθηση του περιεχομένου της εκπαίδευσης μηχανικών και δεν συμπεριέλαβε ένα τυποποιημένο μέτρο δημιουργικότητας.

Οι (Adams et al., 2010) πήραν συνέντευξη από προπτυχιακούς φοιτητές μηχανολογίας οι οποίοι ολοκλήρωσαν μια εθελοντική ενότητα ρομποτικής. Μεταξύ άλλων εργασιών επίλυσης προβλημάτων μηχανικής, η ενότητα περιελάμβανε τον προγραμματισμό ενός ρομπότ LEGO Mindstorms. Μετά από αυτή την ενότητα, 64% των συμμετεχόντων δήλωσαν ότι οι δεξιότητες δημιουργικής σκέψης τους βελτιώθηκαν.

Οι (Cavas et al., 2012) διερεύνησαν την επίδραση ενός LEGO Mindstorms kit ρομποτικής στην επιστημονική δημιουργικότητα των μαθητών. Το δείγμα αποτελούνταν από 23 μαθητές ηλικίας δώδεκα έως δεκατριών ετών μαθητές, οι οποίοι φοιτούσαν σε ένα τουρκικό ιδιωτικό σχολείο. Κατά τη διάρκεια του μαθήματος, οι μαθητές εισήχθησαν στην κατασκευή και προγραμματισμό ρομπότ. Οι συγγραφείς δεν προσδιόρισαν το μέτρο της επιστημονικής δημιουργικότητας, αλλά δήλωσαν ότι αυξήθηκε σε μαθητές μετά το πρόγραμμα.

Οι (Alvarez & Larranaga, 2013) εξέτασαν πώς μια ρομποτική παρέμβαση με τη χρήση LEGO Mindstorms επηρέασε τα μαθητικά κίνητρα και τη βελτίωσή τους στην ικανότητα κωδικοποίησης αλγορίθμων. Μέσω σύντομων ερωτηματολογίων αυτοαναφοράς, οι συγγραφείς διαπίστωσαν αύξηση των κινήτρων των μαθητών και του μαθήματος ενδιαφέροντος.

Η (Huei, 2014) εφάρμοσε ένα πρόγραμμα πέντε εβδομάδων στο οποίο πρωτοετείς φοιτητές εισήχθησαν σε ένα πρόγραμμα προγραμματισμού γλώσσα προγραμματισμού για την κωδικοποίηση ρομπότ. Μετά το πρόγραμμα, το 93,25% των 74 συμμετεχόντων συμφώνησαν ή συμφώνησαν απόλυτα ότι το μίνι-πρόγραμμα είχε ενισχύσει τη δημιουργικότητα, την έρευνα και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων τους.

Οι (Jagust et al., 2018) παρουσίασαν τα αποτελέσματα του εργαστηρίου για χαρισματικούς μαθητές δημοτικού με τη χρήση LEGO Mindstorms σε ρομποτικά σύνολα. Παρόλο που οι συγγραφείς δεν αξιολογήσουν ψυχομετρικά τη δημιουργικότητα, η ποιοτική τους ανάλυση κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα παιδιά ήταν "δημιουργικά παραγωγικά".

⁸ Βλ. [Twenty things to do with a Computer](#)

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής ρομποτικής, ο όρος "προγραμματισμός" ισχύει και για τους μικρότερους μαθητές, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι απλές, οπτικές διεπαφές προγραμματισμού είναι ευρέως ιαθέσιμες. Χρησιμοποιώντας αυτές τις ήδη διαθέσιμες ή αυτοσχεδιασμένες ρομποτικά κιτ, στους μαθητές συχνά δίνεται ένα συγκεκριμένο πρόβλημα για να λύσουν. Οι (A. Sullivan & Bers, 2018) παρέχουν ένα παράδειγμα αυτού του είδους παρέμβασης- στη μελέτη τους, τα παιδιά κλήθηκαν να προγραμματίσουν ένα ρομπότ να κινείται σύμφωνα με έναν δεδομένο χορό. Κατά τη διάρκεια του προγράμματος σπουδών, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν τη "Θετικές Λίστες Ελέγχου Τεχνολογικής Ανάπτυξης" για την παρατήρηση της μαθητικής συμπεριφοράς κατά τη διάρκεια της παρέμβασης. Οι Sullivan και Bers δήλωσαν ότι η συχνότητα της δημιουργικής συμπεριφοράς που παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια της πρόγραμμα σπουδών ήταν "σχετικά υψηλή". Η δημιουργική συμπεριφορά συνδέθηκε με τη χρήση ποικίλων υλικών ή με τη χρήση των δυνατοτήτων των υλικών σε απροσδόκητους τρόπους.

Σε ορισμένες μελέτες, οι επιπτώσεις της εκπαιδευτικής ρομποτικής στις στη δημιουργικότητα των μαθητών εξετάστηκαν με τη χρήση τυποποιημένων μέτρων δημιουργικότητας. Οι (Alves-Oliveira et al., 2016) διερεύνησαν αν οι σχολικές δραστηριότητες με ρομπότ θα ενίσχυαν την τη δημιουργικότητα των παιδιών. Τα επίπεδα δημιουργικότητας των παιδιών αξιολογήθηκαν σε τρεις συνθήκες. Στην πρώτη συνθήκη, τα παιδιά εκτελούσαν δραστηριότητες STEAM μαθαίνοντας πώς να κωδικοποιούν ρομπότ. Στη δεύτερη συνθήκη, τα παιδιά εκτελούσαν αυτές τις δραστηριότητες με το να μαθαίνοντας πώς να σχεδιάζουν ρομπότ. Στην τρίτη συνθήκη, τη συνθήκη ελέγχου, περιελάμβανε παιδιά που συμμετείχαν σε ένα μάθημα μουσικής. Η εξέλιξη της δημιουργικότητας από τον προ-δοκιμαστικό έλεγχο στον μετα-δοκιμαστικό έλεγχο αξιολογήθηκε με το Τεστ για τη δημιουργική σκέψη-παραγωγή σχεδίων-TCT-DP (Urban, 2005). Στο TCT-DP, ο εξεταζόμενος πρέπει να οριστικοποιήσει ένα ημιτελές σχέδιο και διάφορες μεταβλητές, συμπεριλαμβανομένων των νέων στοιχείων που προστίθενται και αξιολογούνται. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα επίπεδα δημιουργικότητας ενισχύθηκαν μετά από κάθε παρέμβαση. Κατά την εξέταση της αλλαγής στις συνολικές βαθμολογίες δημιουργικότητας, που σχετίζεται με κάθε συνθήκη, η συνθήκη κωδικοποίησης απέδωσε μεγαλύτερο μέγεθος επίδρασης από τον έλεγχο και τη συνθήκη σχεδιασμού. Το TCT-DP αξιολογεί δύο διαστάσεις της δημιουργικότητας, συγκεκριμένα: την επίδραση της παρέμβασης σχεδιασμού στη δημιουργικότητα των παιδιών εξηγείται κυρίως από την αύξηση των βαθμολογιών στο TCT-DP στη διάσταση της καινοτομίας, η οποία σχετίζεται με αντισυμβατικούς τρόπους σκέψης (Lubart et al., 2015). Σύμφωνα με τους (Alves-Oliveira et al., 2016) αυτή η διάσταση συνδέεται με την αποκλίνουσα σκέψη.

Η (Alves-Oliveira et al., 2016) υποστήριξε ότι η φύση της κωδικοποίησης της εργασίας, η οποία περιελάμβανε μάθηση μέσω δοκιμής και λάθους, υποκίνησε μη συμβατικές σκέψεις στα παιδιά. Πιο συγκεκριμένα, στην συνθήκη κωδικοποίησης αυτής της μελέτης, τα παιδιά έμαθαν πώς να χρησιμοποιούν τη γλώσσα «Scratch»⁹ Οι μικροί συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε ομάδες των 3-4 συμμετεχόντων. Κάθε ομάδα ορίστηκε να προγραμματίσει ένα πρόγραμμα παροχής υπηρεσιών maildelivery¹⁰ ρομπότ. Το ρομπότ καθοδηγούνταν από απλούς κώδικες που γράφτηκαν από τους μαθητές, οι οποίοι έκαναν το ρομπότ να κινείται από ένα μέρος σε ένα άλλο. να άλλο. Σύμφωνα με την Alves-Oliveira αυτό προώθησε μια ισχυρή επίδραση της συνθήκης κωδικοποίησης στη "διέγερση της μη συμβατικών τρόπων σκέψης". Η συγγραφέας υποστήριξε ότι η φύση της εργασίας κωδικοποίησης εξηγούσε το μεγαλύτερο μέγεθος της επίδρασης στην "καινοτομικότητα" των παιδιών όπως

⁹ Βλ. [Scratch](#)

¹⁰ Δηλ. μεταφορέας δεμάτων
Κωνσταντίνος Γ. Μπεζαΐτης

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

παρατηρήθηκε στη συνθήκη κωδικοποίησης, τα παιδιά αναγκάστηκαν να πειραματιστούν και να εξερευνήσουν κατά τη διάρκεια της εργασίας και μάθαιναν μέσω της δοκιμής και του λάθους. Κατέληξε επίσης στο συμπέρασμα ότι αυτή η μάθηση μέσω δοκιμής και λάθους υποκίνησε τη μη συμβατική σκέψη.

Οι (Nisiforou et al., 2018) διεξήγαγαν μια μελέτη στην οποία 32 πρωτοβάθμιοι μαθητές σχολείου ηλικίας 5 έως 12 ετών συμμετείχαν σε μια 1ωρη μη τυπικού προγράμματος σπουδών ρομποτικής μία φορά την εβδομάδα. Προκειμένου να αξιολογηθεί τις επιπτώσεις του προγράμματος σπουδών στη δημιουργικότητα των μαθητών, το Torrance Test of Creative Thinking, TTCT (Torrance, 1966) χορηγήθηκε πριν και μετά την παρέμβαση 36 εβδομάδων. Οι συγκρίσεις των βαθμολογιών της δημιουργικότητας πριν και μετά το παρέμβασης έδειξε σημαντική βελτίωση των επιδόσεων των παιδιών δημιουργικές ικανότητες.

Ο (Badeleh, 2021) εξέτασε τις επιπτώσεις μιας ρομποτικής κατασκευής στη δημιουργικότητα 120 μαθητών και στη διδασκαλία της φυσικής. Μια εποικοδομητική προσέγγιση μάθησης ρομποτικής χρησιμοποιήθηκε, πράγμα που σημαίνει ότι τα μαθησιακά αποτελέσματα αποκτήθηκαν κυρίως μέσω της κατασκευής και δοκιμής ενός ρομπότ με τη χρήση ενός προετοιμασμένου εγχειριδίου. Ο Badeleh (εφάρμοσε ένα σχεδιασμό μελέτης, το οποίο περιελάμβανε μια πειραματική ομάδα και μια ομάδα ελέγχου. Η ομάδα ελέγχου έλαβε παραδοσιακά μαθήματα φυσικής. Το Ερωτηματολόγιο δημιουργικότητας (Torrance, 1966) το οποίο αξιολογεί τις διαστάσεις της ρευστότητας, της ευελιξίας, της καινοτομίας, και λεπτομερούς εξήγησης, χορηγήθηκε και στις δύο ομάδες πριν και μετά την παρέμβαση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η σχεδιαστική εκπαίδευση στη ρομποτική είχε αυξήσει σημαντικά τη συνολική δημιουργικότητα των μαθητών.

Οι (Hendrik et al., 2020) εξέτασαν κατά πόσον η χρήση της ρομποτικής ως μαθησιακό εργαλείο έχει θετική επίδραση στη Σχηματική Δημιουργικότητα (FC) σε 40 μαθητές δημοτικού σχολείου. Η παρέμβαση της εκπαιδευτικής ρομποτικής περιελάμβανε επτά εβδομαδιαία μαθήματα διάρκειας 2-3 ωρών. Στο πρώτο εισαγωγικό μάθημα, οι μαθητές συμμετείχαν σε μαθήματα σχεδιασμού ρομπότ. Για την αξιολόγηση πιθανών αλλαγών στην FC, οι Hendrik et al. χρησιμοποίησαν το Torrance Figural Creativity Test (Torrance, 1966) πριν και μετά την παρέμβαση. Οι Hendrik et al. καθόρισαν εκ των προτέρων τους σκοπούς κάθε μαθήματος και ποιες από τις τέσσερις διαστάσεις (ευχέρεια, ευελιξία, πρωτοτυπία, επεξεργασία) της του τεστ Torrance θα στόχευε κάθε φορά. Σε ένα μάθημα, οι μαθητές κλήθηκαν να κατασκευάσουν ένα ανθρωπόμορφο ρομπότ, χρησιμοποιώντας σετ LEGO Mindstorms. Σύμφωνα με τους Hendrik et al, ένα σημαντικό αποτέλεσμα αυτού του μαθήματος ήταν να αυξηθεί η προσοχή των μαθητών στο γεγονός ότι διαφορετικοί τύποι ρομπότ (ανθρωποειδή και μη ανθρωποειδή) θα μπορούσαν να κατασκευαστούν με το ίδιο σετ ρομποτικής. Οι συγκρίσεις μεταξύ προ- και μετα- δοκιμής των συνολικών βαθμολογιών FC έδειξαν ότι είχαν αυξηθεί στην ομάδα παρέμβασης. Ως εκ τούτου, οι Hendrik et al. υποστήριξαν τη συμπερίληψη μαθημάτων ρομποτικής στα σχολεία προγράμματα σπουδών.

2.2.3 Η πορεία προς το STEAM

Ενώ οι πρωτοβουλίες και η χρηματοδότηση που έδιναν προτεραιότητα στο STEM συνεχίστηκαν κατά το πρώτο μέρος του 21ου αιώνα, η παγκόσμια οικονομική κρίση του 2008 φρόντισε ώστε οι τέχνες να συνεχίσουν να υποβαθμίζονται και να μην χρηματοδοτούνται, σύμφωνα με την επί δεκαετίες τάση περιθωριοποίησης της καλλιτεχνικής εκπαίδευσης στην εκπαιδευτική πολιτική των ΗΠΑ (Bequette & Bequette, 2012). Σε απάντηση στην έλλειψη ισχύος που έχουν οι παιδαγωγικές των τεχνών ή/και οι

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

εκπαιδευτικοί σε σχέση με τις παιδαγωγικές ή/και τους εκπαιδευτικούς STEM, ορισμένοι πρότειναν μια προορατική προσέγγιση που απαιτούσε από τις τέχνες να "πουλήσουν" τον εαυτό τους στο STEM ως μια μορφή προστιθέμενης αξίας (Wynn & Harris, 2012). Σε αυτό το πλαίσιο, το Rhode Island School of Design (RISD) ξεκίνησε το 2008 μια νέα "χαμηλού έως μηδενικού κόστους πρωτοβουλία για τη δικαιολόγηση της δημιουργικότητας" (Allina, 2018) μια πρωτοβουλία που αποτέλεσε παράδειγμα και διαμόρφωσε αυτό που σήμερα συνήθως θεωρείται ως STEAM (STEM και τέχνες). Αντανακλώντας τα εθνικά ή οικονομοτεχνικά επιχειρήματα για το STEM, το RISD υποστήριξε και αναζήτησε στοιχεία για να υποστηρίξει τα οφέλη της ενσωμάτωσης της εκπαίδευσης στις τέχνες και το σχεδιασμό με το STEM ως μέσο μεταξύ άλλων, για να βοηθήσει "την Αμερική να διατηρήσει τον ρόλο της ως καινοτόμος του κόσμου" (*STEM to STEAM*, n.d.). Από την ίδρυσή του, οι υποστηρικτές της πολιτικής για το STEAM υιοθέτησαν μια θέση που δίνει προτεραιότητα στην ενσωμάτωση των τεχνών στο STEM έναντι μιας πιο αμοιβαίας τοποθέτησης μεταξύ STEM και τεχνών. Ξεκινώντας το 2011, το RISD άρχισε να υποστηρίζει προσπάθειες για την εισαγωγή του STEAM σε πολιτικές και νομοθεσία σε κρατικό και εθνικό επίπεδο (Allina, 2018). Ένα σημαντικό επίτευγμα του αυτής της προσπάθειας ήταν η δημιουργία μιας διακομματικής ομάδας STEAM Caucus του Κογκρέσου των ΗΠΑ με συμπρόεδρο τη βουλευτή Suzanne Bonamici,¹¹ μιας συλλογής εκλεγμένων πολιτικών σε ομοσπονδιακό επίπεδο που, από το 2019, περιελάμβανε 72 από τα 435 μέλη της Βουλής των Αντιπροσώπων των Αντιπροσώπων. Η STEAM Caucus προσέφερε ένα είδος νομοθετικού μανιφέστου για την εκπαίδευση STEAM, δηλώνοντας ότι

“Οι υποστηρικτές της εκπαίδευσης STEAM, στο πλαίσιο της υποστήριξης της εκπαίδευσης STEM, υποστηρίζουν ότι η μελέτη STEM θεμάτων από μόνη της δεν αρκεί. Οι υποστηρικτές αυτής της έννοιας αναφέρουν ότι οι τέχνες [και ο σχεδιασμός] έχουν οφέλη στην ψυχική υγεία, τις διαδικασίες σκέψης και τη δημιουργικότητα για να επικυρώσουν αυτόν τον ισχυρισμό (Allina, 2018, p. 84)”

Βασιζόμενοι σε αυτή την πολιτική κατασκευή μιας "εκπαίδευσης STEAM" και με την υποστήριξη μιας αναδυόμενης βάσης κοινότητας επαγγελματιών, η βουλευτής Bonamici υποστήριξε ομοσπονδιακή νομοθεσία το 2015 που ζητούσε την ενσωμάτωση των τεχνών στα προγράμματα μαθημάτων STEM για την προώθηση της "πρόσβασης σε μια ολοκληρωμένη εκπαίδευση" (*Every Student Succeeds Act (ESSA) | U.S. Department of Education*, n.d.) Τα λόγια αυτά καταδεικνύουν την πολιτική δύναμη του STEM ως την ικανότητα να τοποθετούν άλλα μαθήματα ως ενσωμάτωση στο STEM, χωρίς να παρέχεται στις τέχνες η δυνατότητα να έχουν μια ξεχωριστή σχέση με το STEM, αλλά μάλλον ως μία από έναν απροσδιόριστο αριθμό άλλων ακαδημαϊκών θεμάτων. Σε αντίθεση με το STEM, το STEAM πλαισιώνεται μερικές φορές ως "διεύρυνση της σκηνής", προσφέροντας στους τομείς STEM μια γλώσσα και ένα σύνολο πρακτικών που αναδεικνύουν το ρόλο της δημιουργικότητας στην αναβάθμιση της μάθησης σε όλους τους κλάδους STEM (Henriksen, 2014) με λιγότερη έμφαση στις δυνατότητες των τεχνών από μόνες τους. Αυτό έχει διαμορφώσει τις δυνατότητες για τις τέχνες ως υφιστάμενες, είτε εκτός είτε εντός των STEM, και όχι σε ισότιμη συνδιαμόρφωση. Αυτό καταδεικνύει τη διαλεκτική και πρακτική υποταγή που συχνά επιτελείται από το πεδίο των τεχνών στην οικειοποίηση του εαυτού του στο STEM ("προσθέτοντας" ένα Α), ώστε να συνδεθεί με ένα πεδίο που διαθέτει σημαντική συμβολική και υλική ισχύ πολιτικής. Καταδεικνύει επίσης μια τάση να τοποθετείται η δημιουργικότητα ως προνόμιο του τομέα των τεχνών, αντί να θεωρείται επίσης δυνητικά εγγενής στο στους τομείς STEM.

¹¹ Βλ. [Suzanne Bonamici](#)

Κωνσταντίνος Γ. Μπεζαΐτης

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Οι πολιτικές και σημασιολογικές ιστορίες που συζητούνται εδώ δείχνουν πώς το περίγραμμα των συζητήσεων STEM και STEAM διαμορφώνονται από την κοινωνικοπολιτική συγκρότηση της εκπαιδευτικής πολιτικής. Σιωπηρά συνδεδεμένες με την πολιτική τοποθέτηση του STEAM είναι η αναγνώριση της θεμελιώδους ανισορροπίας των τεχνών με τα αντίστοιχα πεδία STEM, με τέσσερις διαφορετικές και δυνητικά επικαλυπτόμενες τομείς που υπερτερούν αριθμητικά των τεχνών και στέκονται σε δυνητική συνομιλία με τις τέχνες ως ένα μοναδικό πεδίο. Η έλλειψη εξειδίκευσης γύρω από τον τρόπο με τον οποίο οι κλάδοι αλληλεπιδρούν ως μέρος συγκεκριμένων προγραμμάτων STEAM- μερικές φορές περιλαμβάνει διαφορετικούς κλάδους των τεχνών ή συγκεκριμένους κλάδους STEM, και ενδεχομένως την ενσωμάτωση και των δύο - αντικατοπτρίζεται συχνά στη βιβλιογραφία, μερικές φορές πλαισιωμένη ως "καλλιτεχνική έγχυση" που συνδέει τους κλάδους και "κίνητρο για μάθηση" (Henriksen, 2014, p. 4) Μέσω αυτού του φακού, τα STEM και STEAM μπορούν να νοηθούν ως σκόπιμα πολυσήμαντες φράσεις που χρησιμοποιούνται για την εμπλοκή στην οικοδόμηση πεδίου, υποδηλώνοντας το STEAM ως στρατηγική για τη μετατόπιση της εστίασης από την αντιληπτή περιθωριακή θέση των τεχνών σε μια πιο κρίσιμη πολιτική σημασία (Ceccarelli, 2001).

2.3 Το STEAM στην Εκπαιδευτική Ρομποτική

Ως αναδυόμενος τομέας θεωρίας, έρευνας και πρακτικής, το STEAM (Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανολογία, Τέχνες και Μαθηματικά) έχει λάβει έντονη προσοχή για την προσπάθεια του να ενσωματώσει τις τέχνες στη ρουμπρίκα του STEM. Συγκεκριμένα, πολλοί εκπαιδευτικοί άτυπα αλλά και πρόσφατα τυπικά (μέσω των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων - ΦΕΚ 3791/Β/13-8-2021) το έχουν αγκαλιάσει ως μια αυθεντική προσέγγιση για την εμπλοκή των νέων μαθητών με τις πιο σύγχρονες εκπαιδευτικές πρακτικές και αντικείμενα. Ωστόσο, όπως συμβαίνει με πολλούς αναδυόμενους τομείς, η εννοιολόγηση αλλά και η χρήση του STEAM είναι ακόμη και σήμερα κάπως ασαφής και ελάχιστα θεωρητικοποιημένη (Mejias et al., 2021). Από τη μια πλευρά, το STEAM προσφέρει σημαντικές υποσχέσεις μέσω της εστίασης του σε πολλαπλούς τρόπους απόκτησης και οικοδόμησης της γνώσης και σε νέους δρόμους για ισότιμη πρόσβαση στα σύγχρονα αντικείμενα της μάθησης. Από την άλλη πλευρά, συχνά αναπτύσσεται στη θεωρία, την παιδαγωγική και την πράξη με διφορούμενους ή δυνητικά προβληματικούς τρόπους και προς διάφορους σκοπούς. Στο πλαίσιο αυτό, θα πρέπει να δώσουμε ιδιαίτερη προσοχή στις ευκαιρίες μετασχηματιστικής μάθησης που εμφανίζονται εκεί που το STEAM υποστηρίζεται και εννοιολογείται τόσο ως παιδαγωγική προσέγγιση αλλά και ως εργαλειακή πρακτική. Δηλαδή, εκεί που ούτε τα αντικείμενα του STEM αλλά ούτε και οι τέχνες είναι προνομιούχα έναντι του άλλου, αλλά και τα δύο παίζουν εξίσου το ρόλο τους. Αναζητούμε που συνδέονται οι δυνατότητες που προτείνονται από αυτή την προσέγγιση χέρι-χέρι με τις αναδυόμενες θεωρίες που προκύπτουν και πως αυτές συνδέονται με τους επιμέρους σχετικούς κλάδους που ενσωματώνονται στα προγράμματα STEAM και πως αυτά μπορούν να δείξουν το δρόμο προς την εξομάλυνση των τραχειών διεπιφανειών σε αυτές τις διαθεματικές και διεπιστημονικές προσεγγίσεις.

Ο εκκολαπτόμενος τομέας του STEAM αντιπροσωπεύει συνεχείς προσπάθειες από ερευνητές των επιστημών της Εκπαίδευσης, επαγγελματίες αλλά και υπεύθυνους για τη χάραξη πολιτικής να κατανοήσουν και ενδεχομένως να θεσμοθετήσουν το ρόλο των τεχνών σε σχέση με τα θετικοστραφή αντικείμενα της επιστήμης. Στο πλαίσιο αυτού του εξελισσόμενου πεδίου, συχνά εντοπίζεται μια διαρκής ένταση όταν πρέπει να διαμορφωθεί το πλαίσιο έτσι ώστε οι διάφορες μορφές της τέχνης να εξυπηρετούνται και να εκπροσωπούνται ισότιμα σε σχέση με τα υπόλοιπα αντικείμενα. Ενώ η δημοτικότητα του STEAM αντανakλάται στην αυξημένη χρήση του (Walmer, 2018), υπάρχει σημαντική απόκλιση ως προς τον ορισμό σχετικά με το τι είναι STEAM: πως χρησιμοποιείται ο

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

όρος/έννοια και πόσο χρήσιμος είναι, τα πλαίσια υπό τα οποία αναπτύσσεται και κυρίως, για ποιόν και ποιους σκοπούς χρησιμοποιείται (Colucci-Gray et al., 2019; Wilson, 2018)

Το STEAM έχει δημιουργήσει ευρέως νέες και δημιουργικές προσεγγίσεις στους τομείς των τεχνών και της μάθησης STEM, ιδιαίτερα γύρω από τα νέα media, τη δημιουργία και την ψηφιακή τεχνολογία με τη φιλοδοξία να συνδέσει την εργασία μεταξύ (inter-)¹² αλλά και πέρα (trans-)¹³ από κλάδους (Conner et al., 2017). Ωστόσο, η παιδαγωγική πρακτική και η ονομασία του STEAM έχουν μερικές φορές χρησιμοποιηθεί με τρόπους που δεν λαμβάνουν πλήρως υπόψη την επιστημολογική ισχύ ή την εκπαιδευτική δυνατότητα της βαθιάς ενσωμάτωσης του STEM και των τεχνών (Bartlett & Bos, 2018). Για παράδειγμα, πολλά προγράμματα επικαλούνται το STEAM για να τονίσουν το ρόλο του σχεδιασμού και της αισθητικής στη μηχανολογία, την επιστημονική μοντελοποίηση και τις επιστημονικές έρευνες. Δύο παραδείγματα είναι η κλιμάκωση ενός καινοτόμου μαθησιακού περιβάλλοντος στο Northwestern University (Stevens, 2017), το οποίο επικεντρώνεται στην ενθάρρυνση του ενδιαφέροντος των μαθητών για σταδιοδρομίες πάνω στο STEM και το One Community, One Challenge: Pop-Up STEAM Studios (Vasinda et al., 2019) ένα πρόγραμμα οργάνωσης της αγοράς μια αγροτικής κοινότητας που διευθύνεται από το Oklahoma State University. Τέτοια προγράμματα επικεντρώνονται στην υποστήριξη της μάθησης STEM των μαθητών, συμπεριλαμβανόμενης της ανάπτυξης ταυτότητας και της φιλοδοξίας για τη σταδιοδρομία. Πολλά από αυτά τα προγράμματα υποστηρίζουν ότι η προσθήκη του Α στο STEM βοηθά στην ενίσχυση στη συμμετοχή προς την κατεύθυνση των καθιερωμένων στόχων της εκπαίδευσης για τη διεύρυνση των αντίστοιχων ειδικότερων γραμματισμών και την προετοιμασία του εργατικού δυναμικού. (Land, 2013)

Άλλα προγράμματα επιδιώκουν να διερευνήσουν τον χειραφετητικό ρόλο που μπορεί να επιφέρει η δημιουργικότητα και η αυτοέκφραση μέσω των τεχνών σε ζητήματα που συχνά εξετάζονται στο πρόγραμμα σπουδών της επιστήμης όπως κλιματική αλλαγή, η διατήρηση και η βιώσιμη ανάπτυξη (Jennett et al., 2016). Αυτά τα ανταγωνιστικά κίνητρα και οι προτεραιότητες του STEAM αποκαλύπτουν μια υποβόσκουσα τάση: Από τη μία πλευρά οι τέχνες τονίζονται απλώς ως μια προέκταση των πεδίων STEM για την προώθηση της οικονομικής και εθνικής ανταγωνιστικότητας και από την άλλη πλευρά, το STEAM προσφέρει τη δυνατότητα για νέους τρόπους δράσης και ανάπτυξη πεδίων γνώσης συχνά με απελευθερωτικές και κριτικές παιδαγωγικές προσεγγίσεις στη μάθηση που έρχονται σε αντίθεση με την παραδοσιακή και τετριμμένη οικονομική εστίαση. Επιπλέον το STEAM έχει προχωρήσει γοργά προς χώρους χρηματοδότησης και προγραμματισμού που προηγουμένως προορίζονται για τα αμιγώς STEM αντικείμενα, λόγω της αυξανόμενης υποστήριξης της εκπαιδευτικής πολιτικής του δυτικού κόσμου, παράλληλα με τους δημοφιλείς λόγους που αναδεικνύουν το ρόλο της δημιουργικότητας και της καινοτομίας στη σύγχρονη μάθηση. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ανησυχίες ότι το εκπαιδευτικό πλαίσιο STEAM είναι ένας τρόπος για να εξασφαλιστεί η χρηματοδότηση για τις τέχνες – και όχι ένας γνήσιος συντονισμός των συστημικών τρόπων οικοδόμησης της γνώσης και η αυθεντική ενσωμάτωση τους σε όλα τα πεδία του STEM. Ως εκ τούτου, αν δεν θεωρητικοποιηθεί και εννοιολογηθεί με σαφήνεια με τρόπους που μπορούν να καθοδηγήσουν την πρακτική, οι ρηχές αντιπροσωπεύσεις του STEAM μπορεί να αναγκάσουν σε αντιδράσεις κατά των διεπιστημονικών και διαθεματικών προσεγγίσεων στη μάθηση, αν και πολλοί εκπαιδευτικοί ηγέτες έντονα καλούν για την επέκταση αυτών των προσεγγίσεων και την προετοιμασία των μαθητών για τον συνεχώς και γρήγορα μεταβαλλόμενο κόσμο και το πολυδύναμο εργατικό

¹² Δηλ. Interdisciplinary

¹³ Δηλ. Transdisciplinary

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

δυναμικό που θα απαιτείται από εδώ και στο εξής. (*American Innovation and Competitiveness Act*, 2017).

Μέσα από μια ανασκόπηση των αναδυόμενων και σύγχρονων επαναλήψεων της έννοιας και του προσωνυμίου STEAM, επιχειρούνται να διαχωριστούν οι βασικές διαφορές και αντιφάσεις όπως αυτό εφαρμόζεται σήμερα στην εκπαιδευτική έρευνα, την πολιτική και την πρακτική. Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και των πρακτικών του STEAM αναδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο οι διαφορετικές ενσαρκώσεις του STEAM ποικίλλουν κατά μήκος δύο αξόνων, του παιδαγωγικού και του εργαλειακού, όπου το STEAM τοποθετείται ως μαθησιακή πρακτική του κάθε επιστημονικού κλάδου στην υπηρεσία των άλλων. Ορίζουμε τον εργαλειακό χαρακτήρα ως

«την εφαρμογή του τρόπου σκέψης σε πρακτικά προβλήματα και μια λογική για τη μάθηση». (Mellin-Olsen, 1981).

Εκεί όπου το STEAM εννοιολογείται αμοιβαία ως παιδαγωγική μέθοδος και εργαλείο, είναι που δείχνουμε ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Δηλαδή, εκεί όπου τοποθετείται με ολοκληρωμένο τρόπο και συντονίζει σκόπιμα τις επιστημονικές υποκοουλτούρες για την αμοιβαία προώθηση της βαθιάς μάθησης τόσο στα πεδία του STEM αλλά και στις τέχνες. Η προσέγγιση αυτή βασίζεται σε ένα αναδυόμενο πλαίσιο που εντοπίζει διακριτά τις αλληλεπικαλυπτόμενες επιστημονικές πρακτικές και το οποίο τελικά στοχεύει στην εξομάλυνση της τάσης μεταξύ διεπιστημονικής και διαθεματικής μάθησης. (Bevan et al., 2019)

Για να αποσαφηνιστεί το εννοιολογικό πεδίο που διερευνάται σε αυτή τη διατριβή, είναι σημαντικό να εξεταστεί η χρήση της ορολογίας και το τί εννοείται με τη διακριτή πρόσθεση του A στα αντικείμενα του STEM. Αναγνωρίζεται ότι το STEM χρησιμοποιείται συχνά για να αναφερθεί μόνο στην επιστήμη αφήνοντας έξω την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά, καθώς και τις δυνατότητες για μια μοναδική πλαισίωση κάθε τομέα. Στο παρόν δοκίμιο αναγνωρίζουμε το STEM ως το δικό του μοναδικό σύνολο πρακτικών που ενσωματώνουν αλλά δε συμπίπτουν ακριβώς με την επιστήμη. Ακολουθώντας τους (Knorr-Cetina, 1999) χρησιμοποιούμε τον όρο «επιστήμη» μέσα σε ένα μετα-δομικό πλαίσιο για να αναφερθούμε σε προσπάθειες τόσο στις φυσικές και κοινωνικές επιστήμες και τις διασταυρώσεις τους, σημειώνοντας την ανάδυση επιστημολογικών πολιτισμών σε όλες τις διαφορετικές μορφές επιστήμης. Σημειώνουμε ότι η βιβλιογραφία έχει ασχοληθεί με το πρόβλημα της σύγχυσης της επιστήμης με άλλους κλάδους του STEM και επίσης έχει επικρατήσει σύγχυση για την ταυτότητα των αντικειμένων του STEM που βρίσκονται εντός ή εκτός επιστήμης. Για παράδειγμα, αυτό μπορεί να φανεί στην τοποθέτηση της επιστήμης πως «πάνω» και με υψηλότερο κύρος από την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά (BENCZE et al., 2018).

Οι (Calabrese Barton & Tan, 2019) θεωρούν το STEM όχι ως έναν γενικό όρο για οτιδήποτε περιλαμβάνει επιστήμη, την τεχνολογία, τη μηχανική ή τα μαθηματικά, αλλά ως

"την ενσωμάτωση της μηχανικής στους στόχους και τις εμπειρίες μάθησης των φυσικών επιστημών πως περιγράφεται από τα Επιστημονικά Πρότυπα Επόμενης Γενιάς" (σελ. 2).

Υπάρχει επίσης σημαντική συζήτηση σχετικά με το τι σε γενικές γραμμές συνιστά "επιστήμη", με ορισμένους να υποστηρίζουν ότι οι κοινωνικές επιστήμες είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με τις φυσικές επιστήμες (βλ. Rutherford & Ahlgren, 1990), ενώ άλλοι προσδιορίζουν συγκεκριμένα τομείς στο πλαίσιο των STEM, όπως τα μαθηματικά, που ενσωματώνουν τις "μαθηματικές επιστήμες" (*The Mathematical Sciences in 2025*, 2013). Άλλες μελέτες έχουν δείξει πως συγκεκριμένοι τομείς εντός που χαρακτηρίζονται ως STEM, όπως η μηχανική, μπορεί να μοιράζονται επιστημολογικούς παραλληλισμούς με τις επιστήμες, την τεχνολογία και τα μαθηματικά, αλλά και να διαφέρουν από αυτές ως προς τους προσανατολισμούς τους (Cunningham & Kelly, 2017). Αυτή η προσέγγιση αναγνωρίζει το

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

ευρύ πεδίο των αντιλήψεων για την επιστήμη, ενώ αναγνωρίζουμε στην εργασία μας πώς το STEM επιτελεί πολλαπλές επιστημικές οικολογίες. Ενώ συγκεκριμένοι οργανισμοί και κοινότητες χρησιμοποιούν την "επιστήμη" με έναν ευρύ και διεπιστημονικό τρόπο, για λόγους επιστημολογικής σαφήνειας, επιλέγουμε να χρησιμοποιούμε τον όρο "πεδία STEM" σε σχέση με συγκεκριμένες εκπαιδευτικές προσπάθειες που θα μπορούσαν σε ορισμένες περιπτώσεις να αποκαλούνται "επιστήμες" και σε άλλες, ίσως "τεχνολογία" ή "μηχανική".

Οι επιστημονικές ταξινομήσεις προέκυψαν στις αρχές του 19ου αιώνα για να κατηγοριοποιήσουν διαφορετικά πεδία φαινομενικά διακριτών πεδίων γνώσεων εντός της ευρωπαϊκής ακαδημίας, και βελτιώθηκαν και εμβαθύνθηκαν στη Δύση τον 20ό αιώνα (Stichweh, 2001). Κατασκευασμένοι ως τέτοιοι, οι επιστημονικοί κλάδοι έχουν τα δικά τους εργαλεία, επιστημικές πρακτικές και τρόπους παραγωγής γνώσης που εξυπηρετούν ένα σύνολο ειδικών για τον κλάδο σκοπών. Η κατασκευή των ακαδημαϊκών κλάδων έχει θεωρητικοποιηθεί με όρους την επιβολή ισχύος στην ταξινόμηση, ιεράρχηση και διατήρηση ορισμένων μορφών γνώσης, ενώ άλλες απορρίπτονται (Moran, 2010). Άλλες κρίσεις για τους ακαδημαϊκούς κλάδους έχουν επικεντρωθεί στα εγγενή προβλήματα με δημιουργία ορίων για τον περιορισμό του επιστημολογικού πεδίου της μελέτης. Ως εκ τούτου, τα όρια εντός, μεταξύ και μεταξύ των επιστημονικών κλάδων μπορεί να είναι ορατά αλλά μερικές φορές θολά (Osborne, 2015). Για να αναλυθούν επαρκώς τα όρια εντός, μεταξύ και μεταξύ των επιστημών, STEM και STEAM, είναι απαραίτητο να εξεταστούν οι αλληλεπιδράσεις που λαμβάνουν χώρα μεταξύ των επιστημονικών κλάδων που τις απαρτίζουν. Διεπιστημονικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ δύο ή περισσότερων επιστημονικών κλάδων (Carr et al., 2018) έχουν εννοιολογηθεί με διαφορετικούς τρόπους: ως αναζήτηση μιας πιο ενοποιημένης ή συνδεδεμένης μορφή γνώσης που μπορεί να διασυνδέσει διαφορετικούς κλάδους για να προβάλλει ευρύτερους ισχυρισμούς- ως διάψευση της ύπαρξης επιστημονικών κλάδων και ως πρόκληση στις παραδόσεις της παραγωγής γνώσης- και ως μέσο υπέρβασης των περιορισμένων επιστημολογικών δυνατοτήτων των υφιστάμενων επιστημονικών κλάδων από μόνοι τους (Moran, 2010). Για παράδειγμα, ένα διεπιστημονικό πρόγραμμα σπουδών μπορεί να προωθηθεί στο πλαίσιο της εκπαίδευσης λόγω της δυνατότητάς του να συμβάλει στη δημιουργία μιας πιο ιστορικά τοποθετημένης και πολιτισμικά ευαισθητοποιημένης προσέγγισης στη διδασκαλία των μαθηματικών ή για τις δυνατότητές του να διαμορφώσει νέες προσεγγίσεις σε όλο και πιο απαιτητικά καθεστώτα αξιολόγησης των μαθητών (Moss et al., 2008). Ομοίως, η διεπιστημονικότητα έχει οριστεί ως μια ανάμειξη των επιστημονικών κλάδων που δίνει έμφαση στην ισότιμη και ολιστική ενσωμάτωση θεωρητικών και συστηματικών προσεγγίσεων (Choi & Pak, 2006). Ωστόσο, σημαντικές διαφορές διαχωρίζουν τις εννοιολογήσεις της διεπιστημονικότητας και της διαθεματικότητας. Για τον Peter & Galison, η διεπιστημονικότητα επιτελεί το έργο της "ανταλλαγής περιοχών" μεταξύ των επιστημονικών κλάδων, ενώ οι διαθεματικές προσεγγίσεις φέρνουν νέους τρόπους γνώσης που επιτρέπονται από τη βαθύτερη ενσωμάτωση της γνώσης και των μεθόδων τους. (Galison & Stump, 1996).

Η εποικοδομητική διεπιστημονική εργασία είναι δυσεπίλυτο ζήτημα, διότι η αναζήτηση της γνώσης μεταξύ διαφορετικών πεδίων συνεπάγεται διαφορετικά ερεθίσματα και ενδιαφέροντα. Ως εκ τούτου, ζυμώνονται διαφορετικά συστήματα αξιών, διαφορετικές δυνατότητες οικοδόμησης της γνώσης για ετερόκλητα θέματα τα οποία έχουν οδηγήσει σε διαφορετικές επιστημολογικές θέσεις και οπτικές. Έτσι, οι διαφορές μεταξύ των επαγγελματιών των διαφόρων κλάδων είναι διάχυτες και μπορούν να περιγραφούν ως διαφορές κουλτούρας μάθησης με φυσικό επόμενο η διεπιστημονική εργασία να απαιτεί την υπέρβαση ασυνειδητών συνηθειών σκέψης. Όσο περισσότερο εξηγούνται αυτές οι νόρμες και όσο περισσότερο κατανοούμε πώς τα διαφορετικά χαρακτηριστικά του πνευματικού πολιτισμού σχετίζονται με αναγκαστικά αξίες, πρακτικές και μεθοδολογίες, τόσο πιο εφικτός

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

γίνεται ο στόχος της υπέρβασης και της γεφύρωσης της διαφορετικότητας πάνω σε ένα κοινό έργο.

Οι επαγγελματίες των διαφόρων επιστημονικών κλάδων παρουσιάζουν στερεοτυπικές διαφορές σε πολλά πράγματα: τον τρόπο διδασκαλίας, το σχεδιασμό του προγράμματος σπουδών, το ρόλο των εκπαιδευόμενων, αλλά και τις πολιτικές, κοινωνικές και θρησκευτικές τους πεποιθήσεις (Bauer, 1990). Οι διαφορές αυτές, απορρέουν από τη διαφορετική οικοδόμηση της γνώσης μεταξύ των διαφορετικών πεδίων. Η επικοινωνία και η συνεργασία μπορεί να διαμεσολαβηθεί θέτοντας αυτές τις διαφορές στο προσκήνιο κατά τη συνεργασία και τη σύμπραξη, απαλλαγμένες από την πολυπλοκότητα που χαρακτηρίζει τους καθιερωμένους κλάδους (Wolman, 1977).

Η έννοια της ενσωμάτωσης στην εκπαίδευση του 21^{ου} αιώνα

Η εκπαιδευτική κοινότητα δεν έχει ακόμη συμφωνήσει σε έναν ορισμό για το τι είναι η *Ενσωμάτωση*¹⁴ των τεχνών στα αντικείμενα του STEM και τι δεν είναι. Ως αποτέλεσμα, πολλά ερωτήματα εξακολουθούν να περιβάλλουν την ένταξη αυτή (Skorton D., Bear A. et al., 2018). Είναι η χρήση της ποίησης ή ενός τραγουδιού σε ένα μάθημα φυσικών επιστημών ενοποιητική και ενσωματωμένη αν η λογοτεχνία ή η θεωρία της μουσικής δεν εμπλέκονται μέσα από τους καθηγητές μουσικής ή τους φιλόλογους; Τι κάνει ένα μάθημα με ίσα μέρη γλυπτικής και μηχανικής περισσότερο ολοκληρωμένο από ένα μάθημα που επικεντρώνεται στο μηχανολογικό σχεδιασμό; Τα μαθήματα θεωρίας της μουσικής μπορεί να καλύψουν τα μαθηματικά που βρίσκονται σε αυτά, αλλά αυτό τα καθιστά ολοκληρωμένα; Τελικά, όταν ένας εκπαιδευτικός ισχυρίζεται πως η εμπειρία που προσφέρει στους μαθητές του είναι ολοκληρωμένη, τι εννοεί; Διαφορετικοί κλάδοι ενσωματώνονται σε διαφορετικά επίπεδα βάθους και για διαφορετικούς λόγους. Διαφορετικά μαθήματα χρησιμοποιούν διαφορετικές παιδαγωγικές προσεγγίσεις και εμφανίζονται σε διαφορετικές πτυχές του προγράμματος σπουδών. Έχοντας κατά νου αυτή την ποικιλομορφία, φαίνεται ότι δεν υπάρχει ενιαίος στόχος μιας ενοποιητικής προσέγγισης, αλλά μάλλον πολλοί διαφορετικοί στόχοι οι οποίοι έχουν το δικό τους αντίκτυπο στον τρόπο με τον οποίο προσεγγίζεται αυτό το εγχείρημα.

Η ενσωμάτωση μπορεί να λάβει πολλαπλές μορφές και μπορεί να κυμαίνεται από μια σχετικά επιφανειακή διασταύρωση επιστημονικών κλάδων σε μια βαθιά ολοκλήρωση της ένταξης της επιστημονικής γνώσης αλλά και της μεθοδολογίας. Συχνά αυτό το εύρος ως ορολογία χαρακτηρίζεται ως προσέγγιση *Πολυεπιστημονική*¹⁵ (*Multidisciplinary*), *Διεπιστημονική*¹⁶ (*Transdisciplinary*) και *Διαθεματική*¹⁷ (*Interdisciplinary*). (Begg & Vaughan, 2011). Οι πολυεπιστημονικές μέθοδοι, που συνήθως θεωρούνται οι λιγότερο ενοποιητικές από τις τρεις, έχουν οριστεί με διάφορους τρόπους, ωστόσο συγκλίνουν στην ιδέα ότι αυτή η μέθοδος περιλαμβάνει διαδικασία με την οποία ερευνητές από περισσότερους από έναν επιστημονικούς κλάδους εργάζονται από τις ειδικές και προσωπικές επιστημονικές τους βάσεις για την επίλυση ενός κοινού προβλήματος με τη διαδοχική εφαρμογή ιδεών εστιάζοντας στην εύρεση λύσης. Τοποθετούμενη με αυτό τον τρόπο, αυτή η μέθοδος έχει κριθεί ως πρόσκαιρη και αδύναμη ακριβώς λόγω της επιφανειακής φύσης της προσαρμογής των διαφορετικών ειδικοτήτων (Maura Borrego & Lynita K. Newswander, 2010).

Μέσα από Διεπιστημονική προσέγγιση, σε αντίθεση, οι ερευνητές λειτουργούν παράλληλα για την επίλυση ενός προβλήματος. Η χρήση αυτής της πρακτικής επιτάσσει στα μέλη μιας

¹⁴ Βλ. Integration

¹⁵ Επιστήμονες από διαφορετικά πεδία λειτουργούν ασύγχρονα πάνω σε ένα ζήτημα.

¹⁶ Επιστήμονες από διαφορετικά πεδία λειτουργούν σύγχρονα πάνω σε ένα ζήτημα.

¹⁷ Επιστήμονες από διαφορετικά πεδία λειτουργούν ασύγχρονα πάνω σε ένα ζήτημα και παράγουν νέα, υβριδική γνώση και πεδίο.

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

ομάδας να εντάξουν τις προσωπικές τους προοπτικές, θεωρίες, μεθόδους και πρακτικές για την επίλυση ενός ζητήματος. (Begg et al., 2015).

Αν και η Διεπιστημονική προσέγγιση είναι πιο ισχυρή ως προς την ικανότητα ένταξης διαφορετικών αντικειμένων, μια Διαθεματική προσέγγιση επιβάλλει "όχι μόνο την ενσωμάτωση προσεγγίσεων ειδικών επιστημονικών κλάδων, αλλά και την επέκταση αυτών των προσεγγίσεων για τη δημιουργία θεμελιωδών νέων εννοιολογικών πλαισίων, υποθέσεων, θεωριών, μοντέλων και μεθοδολογικών εφαρμογών που υπερβαίνουν την επιστημονική τους προέλευση, με στόχο την επιτάχυνση της καινοτομίας και της πρόοδο της επιστημονικής γνώσης". (Hall et al., 2012)

Κάποιοι έχουν επισημάνει την ανάγκη για διεπιστημονικές και διαθεματικές προσεγγίσεις για την επίλυση των αυξανόμενων και σύνθετων παγκόσμιων, " πονηρών προβλημάτων" ¹⁸ (Rittel & Webber, 1973) και να βελτιωθεί η τριτοβάθμια εκπαίδευση έτσι ώστε να είναι επαρκώς προετοιμάζει τις μελλοντικές γενιές για έναν πολύπλοκο, συνεχώς παγκοσμιοποιούμενο κόσμο (Fam, 2018). Άλλοι μελετητές έχουν τοποθετήσει τη διεπιστημονικότητα ως έναν τρόπο ανάδειξης και σύνδεσης των βασικών γνωστικών δεξιοτήτων μεταξύ των επιστημονικών κλάδων για την ενίσχυση της δημιουργικότητας ως ένα επιδιωκόμενο παιδαγωγικό αποτέλεσμα (Henriksen, 2018). Στο πλαίσιο του STEAM, η "σύνδεση της πρακτικής"¹⁹ (Scollon, 2001) υπήρξε ένα χρήσιμο θεωρητικό πλαίσιο για ορισμένους για να κατανοήσουν την ενσωμάτωση των πρακτικών πέρα από τα όρια και τους τρόπους με τους οποίους οι διασταυρώσεις των πρακτικών STEM και τέχνης μπορούν να οδηγήσουν σε ξεχωριστά και μοναδικά αποτελέσματα (Perpler & Wohlwend, 2018). Αυτή η ιστορία της μελέτης γύρω από τα επιστημονικά όρια και τις αλληλεπιδράσεις διαμορφώνει την τρέχουσα διερεύνηση των STEM και STEAM, καταδεικνύοντας τις μυριάδες δυνατότητες (και τα προβλήματα) της διαθεματικής και διεπιστημονικής εργασίας που συχνά μπορεί να μένουν ανεξερεύνητα κατά την προσπάθεια ορισμού του STEAM. Είναι σημαντικό ότι προηγούμενες επιστημονικές εργασίες επισημαίνουν τις λανθάνουσες δυναμικές ισχύος που συνδέονται με τη διεπιστημονική εργασία, υπενθυμίζοντάς μας τις κρίσιμες διαστάσεις της επικοινωνίας και της εξουσίας που πλαισιώνουν την κατανόηση των διεπιστημονικών χώρων και έργων, καθώς και την ιεράρχηση συγκεκριμένων επιστημονικών κλάδων εντός αυτών των πλαισίων (McGarr & Lynch, 2017).

Σε κάποια μετρική, οι μαθητές επιθυμούν η σχολική τους πορεία να είναι συναρμολογημένη με τέτοιο τρόπο που να τους εξασφαλίζει την είσοδό τους στην τριτοβάθμια εκπαίδευση ως σύμπλευση με τη ζήτηση στην αγορά εργασίας και τις ανάγκες των εν δυνάμει εργοδοτών τους. (Skorton D., Bear A. et al., 2018). Επίσης, είναι πλέον σαφές στους μαθητές πως η ακαδημαϊκή γνώση ενός συγκεκριμένου πεδίου δεν επαρκεί για την επιτυχία τους, αλλά είναι αναγκαίο να εξοπλιστούν με εργαλεία που «κόβουν» ενδιάμεσα στις διαφορετικές πρακτικές: Οι δεξιότητες και οι γνώσεις που προσδιορίζουν ως σημαντικές περιλαμβάνουν εκείνες που αφορούν όλες τις ειδικότητες, συμπεριλαμβανομένης της ικανότητας να εφαρμόζουν τις γνώσεις σε πραγματικές συνθήκες, γραπτή και προφορική επικοινωνία, ομαδική εργασία και λήψη ηθικών αποφάσεων . Επίσης, θεωρούν τη δημιουργικότητα πολύ υψηλής σημασίας δεξιότητα και αποζητούν στην καριέρα τους να είναι σε θέση να την εξασκήσουν (Hart Research Associates, 2016).

Σε μια άλλη πτυχή βέβαια, οι εν δυνάμει εργαζόμενοι παρουσιάζονται εκτός συγχρονισμού με την αγορά εργασίας. Μελέτες δείχνουν πως ενώ φοιτητές και μαθητές θεωρούν πως η πορεία στην εκπαίδευση τους προετοιμάζει επαρκώς για την αγορά εργασίας, οι εργοδότες

¹⁸ Βλ. Wicked Problems

¹⁹ Βλ. The Nexus of Practice

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

διαφωνούν. Μόνο 1 στους 10 επιχειρήσεις που ηγούνται των κλάδων τους θεωρούν πως οι απόφοιτοι διαθέτουν την κατάλληλη εργαλειοθήκη για να μπορέσουν να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις του εργασιακού τους χώρου. (Busteed, 2014). Ως αποτέλεσμα, μια προσέγγιση στα εκπαιδευτικά συστήματα η οποία προάγει την εξειδίκευση θεωρείται πως δεν ανταποκρίνεται στις σύγχρονες προκλήσεις του τεχνολογικού πολιτισμού. Όταν οι καλώς σχεδιασμένες τεχνολογίες αποτυγχάνουν, η βασική αιτία είναι συχνά η αποτυχία στην ενσυναίσθηση και τη φαντασία και όχι τα ελαττώματα στον τεχνικό σχεδιασμό. Αντίθετα, τα πιο επιτυχημένα προϊόντα τείνουν να συνδυάζουν τη γνώση του τεχνικού σχεδιασμού με λειτουργικές ή αισθητικές γνώσεις σχετικά με το τι θεωρούν οι άνθρωποι χρήσιμο, επιθυμητό και όμορφο. (Skorton D., Bear A. et al., 2018).

Μέσα σε αυτό το τοπίο, είναι πασιφανής η ανάγκη να επιτευχθούν πιο αποτελεσματικές μορφές ανάπτυξης δεξιοτήτων (Allina, B., 2018) για τους εν δυνάμει εργαζόμενους και πολίτες του εικοστού πρώτου αιώνα. Η φύση της εργασίας απαιτεί από τους μαθητές να αποκτήσουν μια ευρεία βάση δεξιοτήτων από πολλαπλά αντικείμενα έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ευέλικτα σε διαφορετικά εργασιακά περιβάλλοντα καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Οι δεξιότητες αυτές συμπίπτουν με τις απαιτήσεις της ιδιότητας του ευσυνειδητού πολίτη, οι οποίες απαιτούν ικανότητες τόσο προβληματισμού αλλά και ανάληψης ευθύνης και συμμετοχής σε ζητήματα δημόσιας σημασίας με τεκμηριωμένο τρόπο. Σε ένα κόσμο όπου η επιστήμη και η τεχνολογία αποτελούν σημαντικούς μοχλούς κοινωνικής αλλαγής και διαστρωμάτωσης, οι ιστορικές, ηθικές, αισθητικές και πολιτιστικές δεξιότητες φαίνονται πιο κρίσιμες από ποτέ. Ταυτόχρονα, τα πολύπλοκα, πολυδιάστατα και συχνά τεχνικής φύσης σύγχρονα θέματα δημοκρατικής διακυβέρνησης απαιτούν ότι οι καλά μορφωμένοι πολίτες πρέπει να έχουν μια εκτίμηση της φύσης της τεχνικής γνώσης και ιστορικής, πολιτιστικής και πολιτικής των ρόλων στη σύγχρονη ευρωπαϊκή δημοκρατία.

Η ανάγκη αξιοποίησης του ανεκμετάλλετου δυναμικού για καινοτομία και συνεργασίας πέρα από τα όρια των κοινοτήτων μάθησης (Allina, B., 2018). Τα πολύπλοκα κοινωνικά, τεχνολογικά και περιβαλλοντικά προβλήματα αυτής της ιστορικής συγκυρίας απαιτούν δημιουργικές λύσεις που να είναι κατευθυνόμενες προς τον άνθρωπο, τεχνικά στιβαρές αλλά και ταυτόχρονα κομψές. Δίνοντας στους μαθητές ευρύτερο ρεπερτόριο για την ανάπτυξη κριτικής σκέψης και δημιουργική καινοτομία, έχουν τη δυνατότητα όχι μόνο να παράγει ένα εργατικό δυναμικό και μια πολιτεία που να μπορεί να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά τα προβλήματα της αλλά και να αποκαλύψει σημάδια σύνδεσης και συνεργασίας εντός και πέραν του ακαδημαϊκού χώρου που μπορεί να αποδειχθούν δημιουργικά. Εν ολίγοις, η δέσμευση για μια πιο ολοκληρωμένη εκπαίδευση έχει τη δυνατότητα να ωθήσει την ίδια την πολυμορφία στην εκπαίδευση.

Η ανάγκη καλλιέργειας πιο ισχυρών πολιτιστικών και ηθικών δεσμεύσεων στην ενσυναίσθηση, τη συμπερίληψη και το σεβασμό της ποικιλομορφίας της ανθρώπινης ταυτότητας (Allina, B., 2018). Η πραγματικά ισχυρή γνώση εξαρτάται από την ικανότητα αναγνώρισης των κρίσιμων περιορισμών συγκεκριμένων τρόπων να γνωρίζει κάποιος, για να επιτύχει κοινωνικές σχέσεις που είναι κατάλληλες για μια κοινωνία χωρίς αποκλεισμούς και δημοκρατική, ώστε να καλλιεργεί τη δέουσα ταπεινότητα. Αυτές οι δεσμεύσεις είναι εξίσου απαραίτητες για την επίτευξη παραγωγικών επαγγελματικών περιβαλλόντων όσο και για την ευρύτερη πολιτική ζωή και ταυτότητα. Είναι κρίσιμες για τη δημιουργία κοινών προσδοκιών για το μέλλον που θέλουμε και για την καλλιέργεια στις μορφές έρευνας, καινοτομίας και δημιουργικής έκφρασης που θα συμβάλλουν στην οικοδόμηση μιας προοπτικής κοινωνίας που κατανοεί, ανέχεται και αγκαλιάζει.

2.4 STEM και STEAM στον 21^ο Αιώνα

Η διερεύνηση του όρου STEAM θα πρέπει να ξεκινήσει με την προέλευσή του από το STEM - ο ίδιος ένας όρος που έχει φτάσει να έχει πολλαπλές έννοιες και σκοπούς - και την

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

αναγνώριση της εργασίας που επιτελείται και των κατανοήσεων που αποκρύπτονται από την προσκόλληση σε τέτοια ακρωνύμια. Στις επόμενες ενότητες, εξετάζουμε εν συντομία την ιστορία των STEM και STEAM και εξετάζουμε πώς η πολιτική εξουσία έχει εγγράψει ορισμένες αντιλήψεις για τους σκοπούς και τις προσδοκίες των δύο όρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΠΟΥ ΑΝΑΛΥΟΥΝ ΚΑΙ ΑΠΟΤΙΜΟΥΝ ΤΗ ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

3.1 Η Διαθεματικότητα ΕΡ και της Τέχνης στο πλαίσιο του STEAM

Ίσως, η πρακτική προσέγγιση στην εκπαίδευση STEAM είναι μέσω της ενσωμάτωσης των τεχνών. Οι υποστηρικτές της ενσωμάτωσης των τεχνών χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο τον όρο STEAM ως όχημα για τη διάδοση πρακτικών που σχετίζονται με την ένταξη των τεχνών. Σε αντίθεση με το ολοκληρωμένο πλαίσιο του προγράμματος σπουδών STEAM, η ενσωμάτωση των τεχνών συζητείται συχνά στο επίπεδο της διδακτικής προσέγγισης και των μαθημάτων, αν και ο ευρύτερος στόχος της είναι επίσης η "ενσωμάτωση" ή "integration"), η οποία μπορεί να υλοποιηθεί με ποικίλους τρόπους. Ως εκ τούτου, όσο και αν υπάρχουν πολλοί ορισμοί της ένταξης των τεχνών, μια γενική αντίληψη είναι ότι ο όρος αναφέρεται στη *διδασκαλία άλλων μαθημάτων μέσω των τεχνών* (Goldberg, 2021). Διαφορετικοί όροι όπως η *έγχυση των τεχνών* (McDonald, 2010) ή η *διδασκαλία και μάθηση με βάση τις τέχνες* έχουν χρησιμοποιηθεί για να αναφερθούν στην ένθεση των τεχνών. Ο ορισμός του Κέντρου Κένεντι της ενσωμάτωσης των τεχνών, όπως διατυπώθηκε από τους Silverstein και Layne, εστιάζει στις δυνατότητες της χρήσης των τεχνών για τη δημιουργία της κατανόησης τόσο του αντικειμένου της τέχνης όσο και του αντικειμένου (των αντικειμένων) με το οποίο συνδέεται σε ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα σπουδών:

“Η ενσωμάτωση των τεχνών είναι μια προσέγγιση στη διδασκαλία κατά την οποία οι μαθητές κατασκευάζουν και επιδεικνύουν την κατανόηση μέσω μιας μορφής τέχνης. Οι μαθητές συμμετέχουν σε μια δημιουργική διαδικασία που συνδέει μια μορφή τέχνης και ένα άλλο γνωστικό αντικείμενο και ανταποκρίνεται σε εξελισσόμενους στόχους και στα δύο”. (What Is Arts Integration?, 2010)

Ο (Marshall, 2014) συζητά ότι ο παραπάνω ορισμός των Silverstein και Layne για την ενσωμάτωση των τεχνών είναι η μάθηση με βάση τις τέχνες σε πολλαπλά μοντέλα, και αυτός ο ορισμός έχει ξεπεράσει πολλές άλλες απόψεις ότι η παραγωγή τεχνών είναι μόνο μια στρατηγική για τη διδασκαλία και τη μάθηση άλλων μαθημάτων. Για την περαιτέρω εννοιολογική προσέγγιση της ένταξης των τεχνών, ο Marshall υποστηρίζει ότι η ένταξη των τεχνών είναι ένα διεπιστημονικό πεδίο και η παιδαγωγική της ξεπερνά τα στενά επιστημονικά όρια. Εξεταζόμενο μέσα από τον φακό της ένταξης των τεχνών, το STEAM μπορεί να θεωρηθεί ως μια διδακτική προσέγγιση που επικεντρώνεται στα οφέλη της *ολοκληρωμένης μάθησης*²⁰. Ωστόσο, ανεξάρτητα από το αν βασίζεται σε οποιαδήποτε οπτική γωνία ή ορισμό της ένταξης των τεχνών, η ενσωμάτωση του Α στο STEM καθιστά προφανές ότι ο σκοπός του STEAM είναι η ενσωμάτωση των τεχνών στη διδασκαλία των μαθημάτων STEM ή/και να διδάξει τα μαθήματα STEM μέσω των τεχνών. Ακόμη, όπως περιγράφεται στον ορισμό του Κέντρου Κένεντι, η ενσωμάτωση των τεχνών πρέπει να επικεντρώνεται στην εκπλήρωση στόχων τόσο για τις τέχνες όσο και για ένα ή περισσότερα άλλα μαθήματα, δίνοντας έμφαση στα μαθήματα STEM συχνά έχοντας ως αποτέλεσμα οι τέχνες να χρησιμεύουν ως εργαλείο παροχής γνώσεων. Στην πράξη, οι τέχνες είναι συχνά "αραιωμένες" στις πρακτικές ένταξης στην τάξη, έτσι ώστε η έμφαση να δίνεται μόνο στο "κύριο" μάθημα (ή στα "κύρια" μαθήματα) (LaJevic, 2013).

Επιπλέον, κατά την άποψη της (Riley, 2013)

²⁰ Βλ. Integrated Teaching Approach
Κωνσταντίνος Γ. Μπεζαΐτης

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

"πολύ συχνά, οι τέχνες χρησιμοποιούνται ως ενίσχυση στο μάθημα (σκεφτείτε τα "κουτιά σκιών" ή shadow boxes) παρά ως πραγματικό μέσο σύνδεσης και μετάδοσης της κατανόησης" (παρ. 8).

Η κακή μεταχείριση των τεχνών στην πρακτική της ένταξης τους εισάγεται επίσης στο πρόγραμμα σπουδών. Η τέχνη συχνά περιορίζεται μόνο στην αισθητική ενός έργου. Για παράδειγμα, σε ένα έργο STEAM της Τετάρτης τάξης που διδάσκει τους μαθητές να δημιουργήσουν ένα προσθετικό μέλος, η καλλιτεχνική μάθηση σε αυτό το έργο περιγράφεται ως *"αισθητική του σχεδιασμού ενός προσθετικού²¹"* (Bush et al., 2016, p. 111). Παρόλο που οι υπέρμαχοι υποστηρίζουν ότι μπορούν να προκύψουν σημαντικά οφέλη από την ενσωμάτωση των τεχνών στη μάθηση STEM, όπως περιγράφεται από τους (Catchen & DeCristofano, 2015) πολλοί στους τομείς STEM θεωρούν ότι οι τέχνες στερούνται αυστηρότητας. Μια τέτοια άποψη για τις τέχνες εκ μέρους των επαγγελματιών STEM μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα μια προφανή απροθυμία να χρησιμοποιήσουν τον όρο STEAM και την τάση να επικρίνουν την έννοια αυτή για την απόσπαση της προσοχής από το STEM (May, 2015). Παρόλο που οι εκπαιδευτικοί τέχνης γνωρίζουν ότι οι μαθητές αναπτύσσουν κριτική σκέψη και δημιουργικές δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων μέσω της τέχνης (π.χ. Eisner, 2003) οι παρανοήσεις για τις τέχνες εμποδίζουν τις προσπάθειες να γεφυρωθούν τα κενά μεταξύ εκείνων που ασχολούνται με STEM και εκείνων που δεν ασχολούνται.

Ωστόσο, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να είναι προσεκτικοί όσον αφορά τη συζήτηση αποκλειστικά μέσα από τον φακό της ενσωμάτωσης των τεχνών, διότι οι τέχνες θα μπορούσαν να θεωρηθούν όχι ως αυτοτελές γνωστικό αντικείμενο, αλλά απλώς ως εργαλείο μάθησης. Παρόλο που οι υποστηρικτές αυτού του στρατοπέδου τονίζουν τη σημασία των τεχνών, οδηγούν σαφώς ένα όχημα-εργαλείο το οποίο θέλει την τέχνη για τη διδασκαλία των μαθημάτων STEM - όχι το αντίθετο. Η εξίσωση της ενσωμάτωσης των τεχνών με το STEAM ή η χρήση του όρου STEAM για την προσέλκυση της προσοχής στην ενσωμάτωση των τεχνών, θα μπορούσε να οδηγήσει στην απώλεια της ιδέας ότι όλα τα μαθήματα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως ίσα στο πλαίσιο της ένταξης των τεχνών (Liao, 2019).

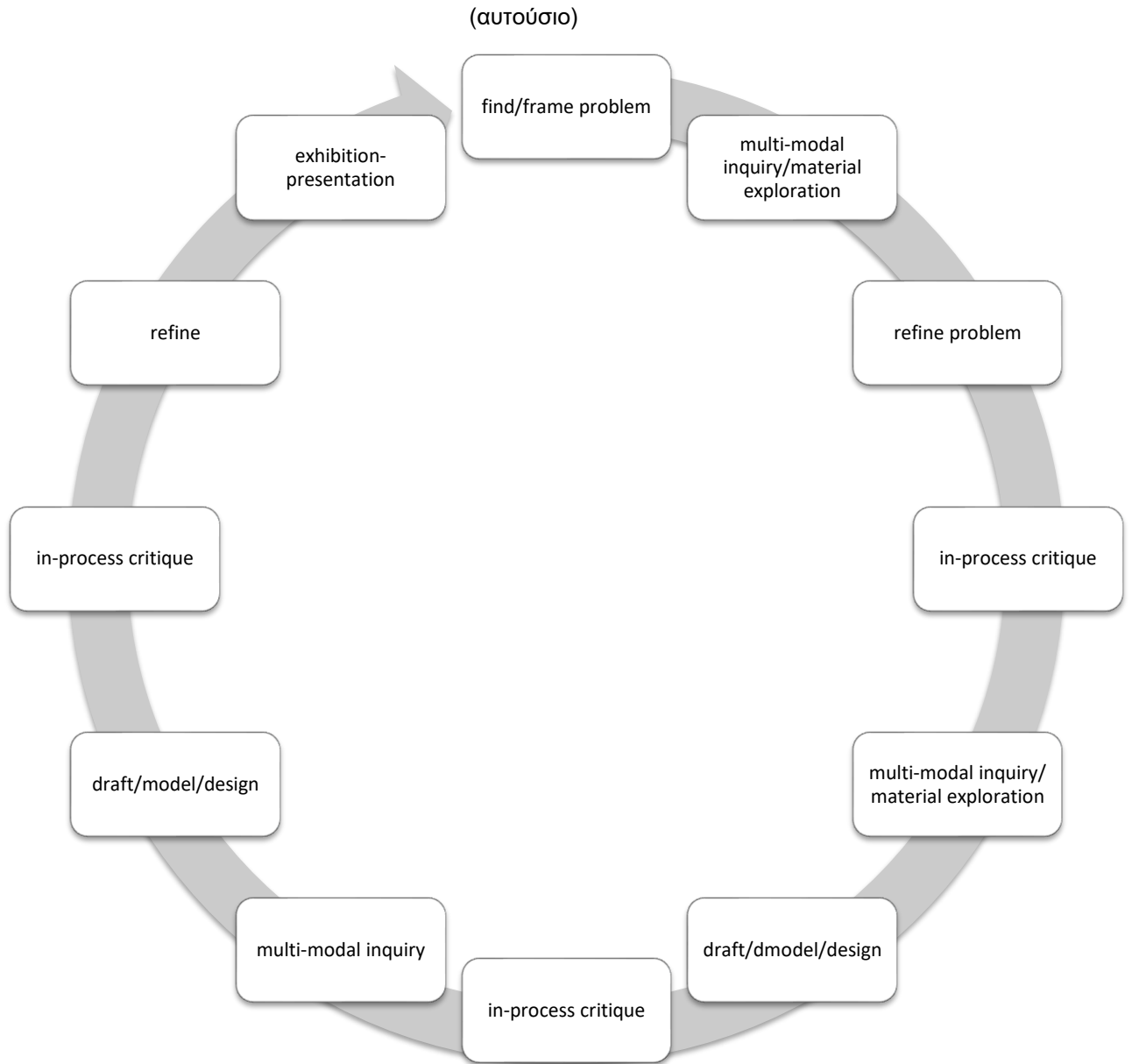
3.2 Η τυπολογία του Costantino (2015)

Μια τυπολογία που εξετάζει τη διαθεματικότητα στο STEAM παρουσιάζεται στο Costantino, 2015. Όπως προκύπτει από ευρήματα του (Costantino, 2018) πρόκειται για ένα ανθεκτικό, μοντέλο που λειτουργεί επαναληπτικά (iterative), είναι επικεντρωμένο στον ορισμό και στην επίλυση προβλημάτων μέσα από επαναλαμβανόμενους κύκλους διεργασιών και είναι πολυτροπικό (δηλαδή προτρέπει τη χρήση πολλαπλών προσεγγίσεων και μεθόδων). Το συγκεκριμένο μοντέλο προσφέρει υλικό για την κριτική δημιουργία και την παρουσίαση ιδεών με έμφαση στην κριτική στάση κατά τη διαδικασία αλλά και την παρουσίαση της πορείας επίλυσης από τους συμμετέχοντες αναπλαισιώνοντας το πρόβλημα και έτσι ενθαρρύνοντας περαιτέρω έρευνα.

²¹ Όπου προσθετικό, το προσθετικό μέλος
Κωνσταντίνος Γ. Μπεζαΐτης

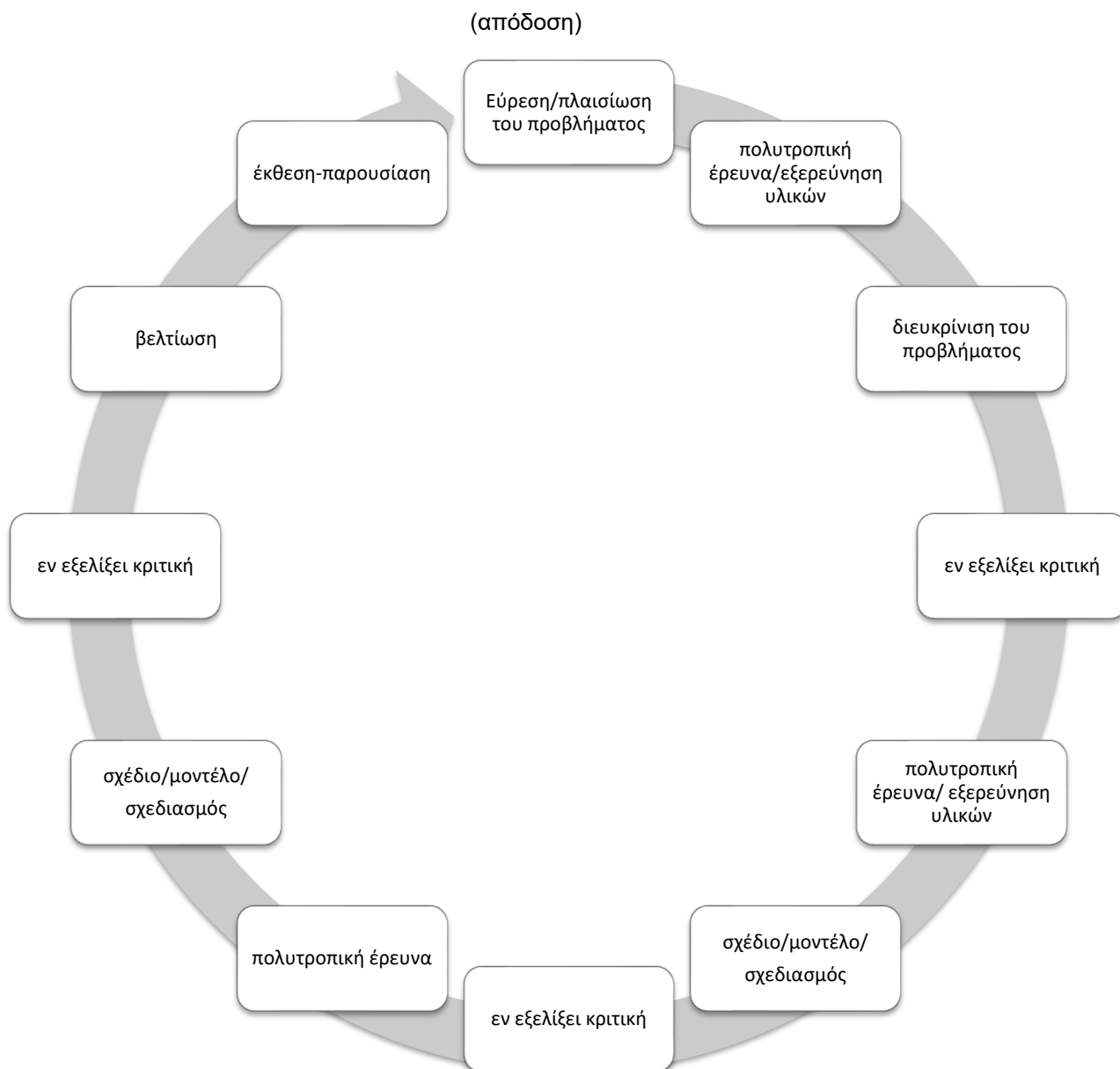
«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Εικόνα 1α. Creative inquiry process (Costantino, 2015). Graphic design by Laura Bejarano.



«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Εικόνα 1β. (Διαδικασία Δημιουργικής Διερεύνησης) Creative inquiry process (Costantino, 2015). Graphic design by Laura Bejarano.



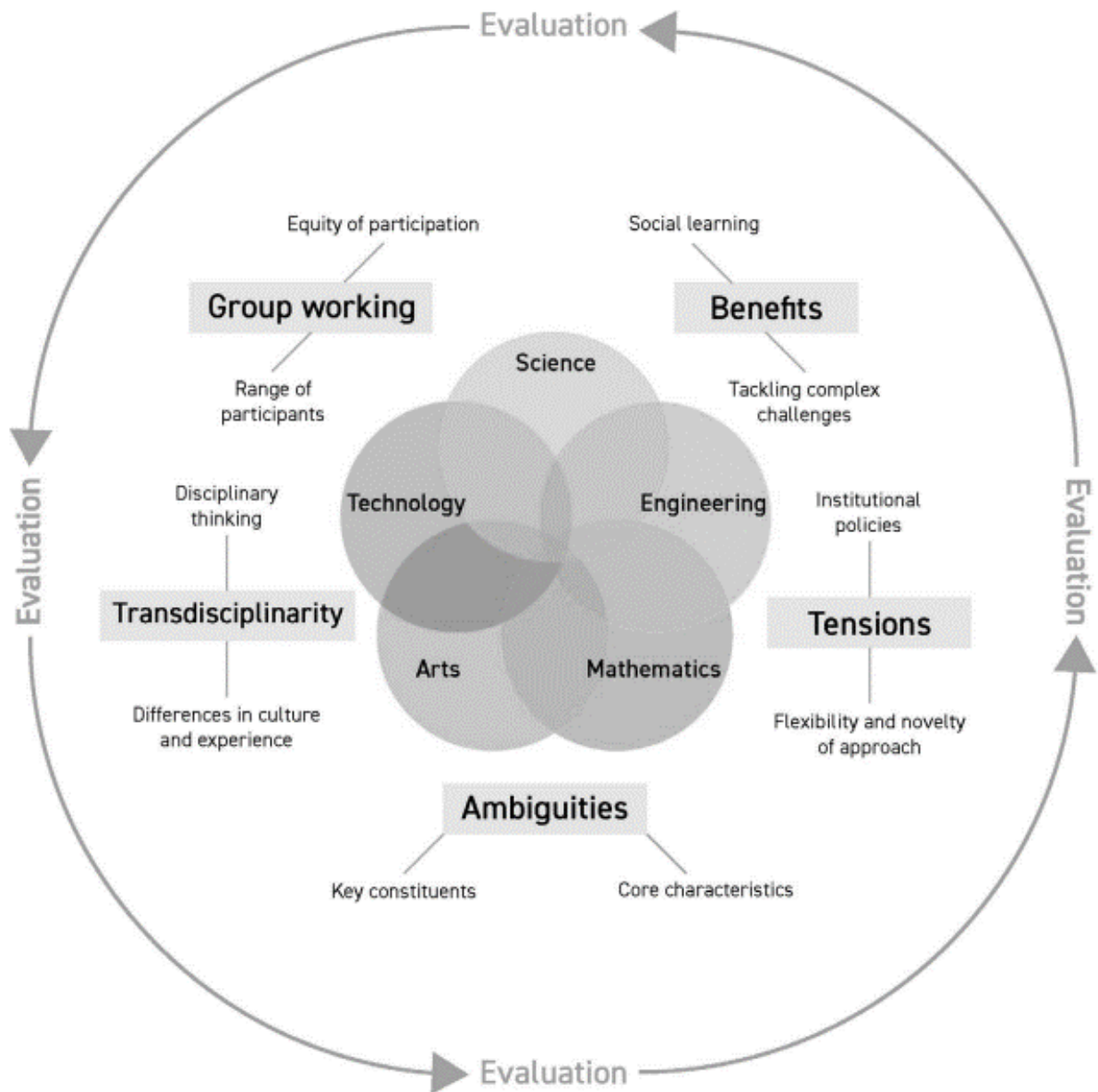
Για να συνθέσουν τη μάθησή τους με βάση το παραπάνω μοντέλο, οι εμπλεκόμενοι μαθητές προβλέπεται να εργάζονται σε διεπιστημονικές ομάδες με πρόκληση σχεδιασμού επικεντρωμένη στη χρήση ενέργειας, όπως εκδηλώνεται στους ακόλουθους κοινωνικοτεχνικούς τομείς: τρόφιμα, μεταφορές, βιομηχανία/εμπόριο, κατοικία/οικιακό, οικοσύστημα και υποδομές. Η πρόκληση σχεδιασμού είναι να πλαισιώνουν ένα πρόβλημα που σχετίζεται με την ενέργεια στον τομέα που τους έχει ανατεθεί, τον οποίο θα εντοπίζουν μέσω παρατήρησης και μοντελοποίησης του και στη συνέχεια θα δημιουργηθεί μια πρωτοβουλία για την ευαισθητοποίηση σχετικά με το πρόβλημα. Η πρόκληση του σχεδιασμού υποστηρίζεται από εργαστήρια και δραστηριότητες για την προώθηση υψηλότερων δεξιοτήτων σκέψης μέσω πρακτικών εφαρμογών, με τον σχεδιασμό εννοιολογικών χαρτών, τη δημιουργία τέχνης ή άλλες δημιουργικές εξερευνητικές δομημένες γύρω από τα εργαλεία σκέψης (Root-Bernstein & Root-Bernstein, 1999).

3.3 Η Τυπολογία των Carter et al.

Μια άλλη τυπολογία για την αξιολόγηση της διαθεματικότητας σε STEAM Projects περιγράφεται από τους Carter et al. (Defining STEAM approaches for Higher Education, *European Journal of STEM Education*, 2021). Σύμφωνα με αυτούς, το STEAM προωθεί την ομαδική δραστηριότητα για να εμπλέξει τις διαφορετικές κλάδους και να διασφαλίσει ότι όλοι μπορούν να συνεισφέρουν. Διαδικασίες μπορούν να ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό ως προς τη διάρκεια και τη δομή. Για παράδειγμα, η διαδικασία μπορεί να αποτελείται από ένα δίωρο ή διήμερο εργαστήριο, ένα μακροπρόθεσμο έργο, μια ενότητα μαθημάτων ή ένα πλήρες εκπαιδευτικό πρόγραμμα. Αυτά μπορεί να είναι πιστωτικά ή μη πιστωτικά, δηλαδή επίσημα (αξιολογούνται) ή ανεπίσημα. (να είναι διαμορφωτικά). Επιπλέον, ένα ευρύ φάσμα συμμετεχόντων μπορεί να εμπλέκεται, για παράδειγμα: φοιτητές, ακαδημαϊκοί, ερευνητές, διοικητικοί υπάλληλοι, εξωτερικοί συνεργάτες, βιομηχανία και κοινότητες. Οι ομάδες μπορεί να είναι όλες από έναν τύπο, δηλ. όλοι οι φοιτητές, ή από ένα μείγμα που περιλαμβάνει, για παράδειγμα, ακαδημαϊκούς, φοιτητές και επαγγελματίες της βιομηχανίας. Η παρακάτω εικόνα (βλ. Εικόνα 2) δείχνει τις πολλές πτυχές που πρέπει να ληφθούν υπόψη σε μια STEAM διαδικασία. Κεντρικά, αποτυπώνονται οι πτυχές του STEAM που αλληλεπικαλύπτονται, περιμετρικά των οποίων παρουσιάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά και οι αξίες που είναι συνδεδεμένες με την εργασία και τη νόηση σε μια STEAM διδασκαλία και περιμετρικά επισημαίνεται η σημασία της διαρκούς και κυκλικής αξιολόγησης. Ως εκ τούτου, η κάλυψη όλων των πτυχών αυξάνει τη δυσκολία της αξιολόγησης μιας δραστηριότητας STEAM. Επίσης, δεν υπάρχει κοινά αποδεκτή μεθοδολογία για την αξιολόγηση διαδικασιών STEAM ή διεπιστημονικών προσπαθειών γενικά. Η συζήτηση στη σύμπραξη του έργου, με βάση αυτές τις εκτιμήσεις, οδήγησε στη δημιουργία ενός συνόλου ικανοτήτων που θα πρέπει να υλοποιούνται στο πλαίσιο μιας διαδικασίας STEAM. Οι διαβουλεύσεις της ομαδικής σχέσης συμπληρώθηκαν από μια έρευνα σε άτομα εκτός της ομάδας έργου, συνεντεύξεις των μελών της ομάδας και διερεύνηση των μεθόδων αξιολόγησης που χρησιμοποίησαν οι εταίροι κατά τη διάρκεια των δικών τους προσεγγίσεων STEAM. Επιπλέον, ακαδημαϊκές εργασίες που προέκυψαν από το έργο (Carter et al, 2021, Durall et al, 2022) και προηγούμενες εργασίες σχετικά με την ενσωμάτωση της αξιολόγησης (π.χ. Selman et al, 2010) παρείχαν έμπνευση και εστίαση στην εξέταση της αξιολόγησης εκ των προτέρων και σε όλα τα στάδια ώστε να ωφεληθεί μια διαδικασία STEAM από την αρχή.

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Εικόνα 2. The STEAM processes, Carter et.al, 2021



Το παραπάνω σχεδιάγραμμα έχει στο κέντρο τις αλληλεπικαλυπτόμενες πτυχές του STEAM, που περιβάλλονται από τις αξίες του πλαισίου όπως Group Working (ομαδική εργασία), Transdisciplinarity (διεπιστημονικότητα), Ambiguities (αμφιβολίες), Tensions (τάσεις) και Benefits (οφέλη) με τα επιπλέον χαρακτηριστικά τους. Όλα αυτά γύρω από ένα διαρκή κύκλο αξιολόγησης (Evaluation).

Με βάση το παραπάνω σκεπτικό και όπως το περιγράφουν οι Carter et. al, 2021 στην ανάλυση τους, προέκυψαν οι 8 δεξιότητες που συγκροτούν τη βάση για το πλαίσιο αξιολόγησης και είναι οι εξής:

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Πίνακας 2. Οι δεξιότητες των μαθητών, Carter et. al, 2021 (μετάφραση)

Συνεργασία	την ικανότητα συνεργασίας με άλλους με διαφορετικό υπόβαθρο, αξίες και πεποιθήσεις, πειθαρχικά και/ή πολιτισμικά
Επικοινωνία	την ικανότητα αλληλεπίδρασης και ανταλλαγής γνώσεων και απόψεων αποτελεσματικά, προφορικά, οπτικά και μέσω του γραπτού λόγου
Εξερεύνηση	η διαδικασία διερεύνησης και εξέτασης ενός προβλήματος ή ζητήματος
Κριτική Σκέψη	την ανάλυση και αξιολόγηση των πληροφοριών υπό αμφισβήτηση
Πολιτειακές και κοινωνικές δεξιότητες	η εξέταση των επιρροών που ασκούνται σε και από μια διαδικασία STEAM, συμπεριλαμβανομένων των ενδιαφερομένων μερών καθώς και των πολιτικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών πλαισίων
Βιωσιμότητα	μια δίκαιη εξέταση των αποτελεσμάτων του STEAM όσον αφορά τον οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό αντίκτυπό τους
Μεταγνώση	το επίπεδο του στοχασμού σχετικά με τη δική του μάθηση και σκέψη
Ευ ζην	το επίπεδο της συναισθηματικής και σωματικής θετικότητας που προκύπτει από τη συμμετοχή σε μια διαδικασία STEAM

Για τη μέτρηση και την αξιολόγηση του βαθμού που αναπτύχθηκαν οι παραπάνω δεξιότητες, έχει δημιουργηθεί ένα ερωτηματολόγιο που απαντάται σε κλίμακα Likert 6 επιπέδων όπως για παράδειγμα ένα απόσπασμα παρακάτω:

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Εικόνα 3α. Ερωτηματολόγιο δεξιοτήτων «Συνεργασίας», Carter et. al, 2021

	Not applicable	Strongly disagree	Disagree	Neutral	Agree	Strongly agree
How much do you agree with each of the following statements?						
I was aware of the knowledge and perspectives of other members in the group.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Group member roles were clear.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
The group resolved conflicts.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I was inspired by members of the group.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I feel that I inspired members of the group.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I trusted the group.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
The group established trust among members.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diversity, equity and inclusivity were central to group working.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Στο παράδειγμα αυτό γίνονται οι παρακάτω ερωτήσεις (κατ' αντιστοιχία απόδοση):

Εικόνα 3β. Ερωτηματολόγιο δεξιοτήτων «Συνεργασίας», Carter et. al, 2021 (απόδοση)

Πόσο συμφωνείτε με καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις;

Είχα επίγνωση των γνώσεων και της οπτικής γωνίας των άλλων μελών της ομάδας.
Οι ρόλοι των μελών της ομάδας ήταν σαφείς.
Η ομάδα επίλυσε τις διαφωνίες της.
Εμπνεύστηκα από τα μέλη της ομάδας.
Αισθάνομαι ότι ενέπνευσα μέλη της ομάδας μου.
Εμπιστεύτηκα την ομάδα μου.
Η ομάδα δημιούργησε κλίμα εμπιστοσύνης μεταξύ των μελών της.
Η πολυμορφία, η ισότητα και η συμμετοχικότητα είχαν κεντρικό ρόλο στην εργασία των ομάδων.

Τέλος, αφού συγκεντρωθούν από τους συμμετέχοντες οι απαντήσεις των ερωτηματολογίων, εξετάζονται και αναλύονται στατιστικά για την εκμαίευση των αποτελεσμάτων της δράσης.

3.4 Η Τυπολογία του Iacob

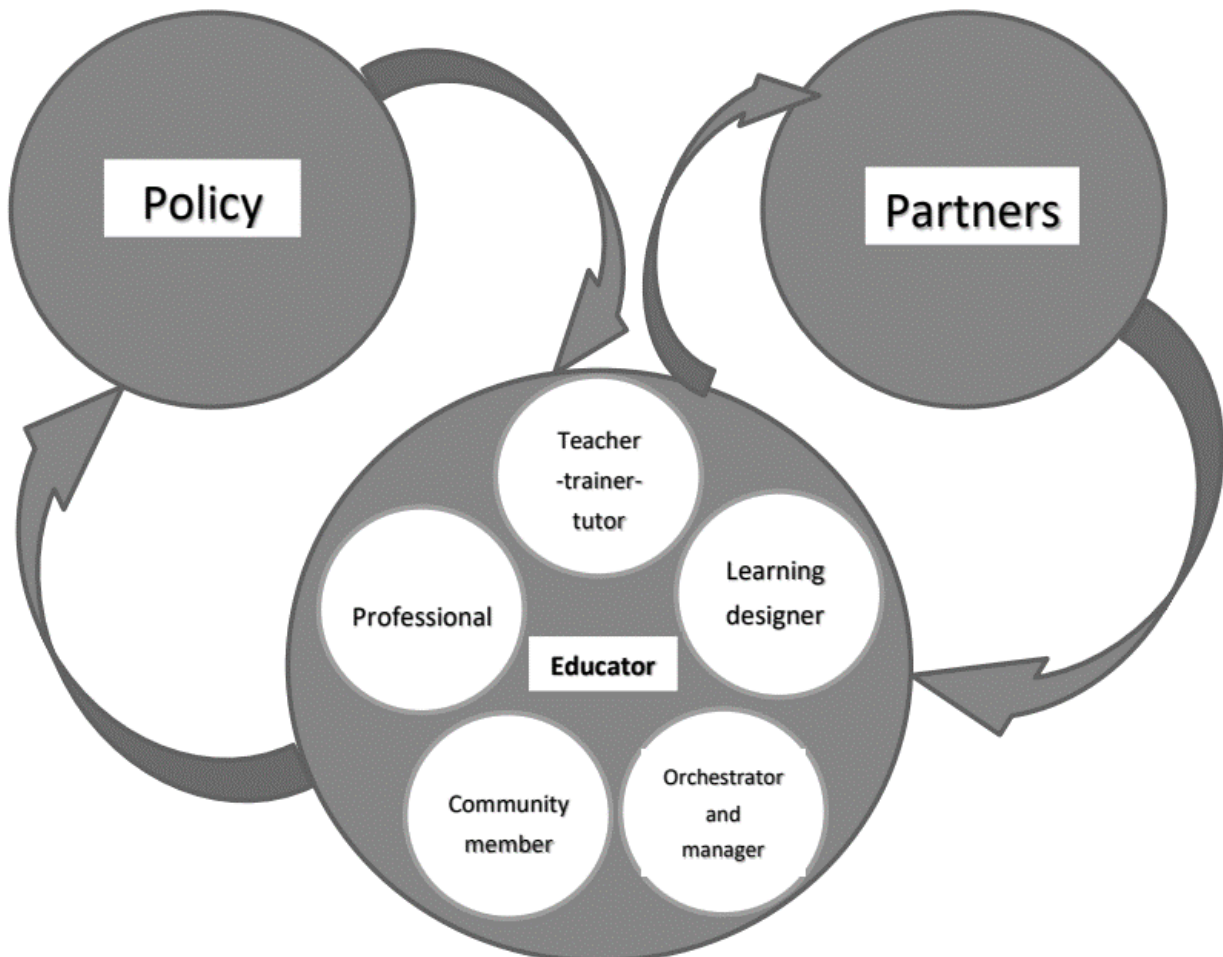
Ένα ακόμη πλαίσιο αξιολόγησης, ονομάζεται "D7: STE(A)M education framework και είναι έργο του Mihai Iacob όπως αυτό περιγράφεται στο (Iacob, M., Competence Development of STE(A)M educators through online tools and communities, *STEMonEDU no.612911*, 2021). Το σκεπτικό πίσω από το εκπαιδευτικό πλαίσιο STE(A)M έχει δύο πτυχές: ένα εσωτερικό προσανατολισμό ή πτυχή, η οποία προσπαθεί να συγκεντρώσει την πολύπλευρη προσέγγιση του έργου STEAMonEdu, όπως καθώς και μια εξωστρεφή πτυχή, η οποία

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

εμπλέκεται με παρόμοιες έρευνες και πρακτικές προκειμένου να ξεκινήσει διάλογο. Για τα μέλη και τους δικαιούχους του έργου, το έγγραφο έχει σκοπό να χαρτογραφήσει τις πολυάριθμες συνιστώσες και να επιτρέψει την απρόσκοπτη μετάβαση μεταξύ των πνευματικών αποτελεσμάτων, αλλά και τη σημασία που θα πρέπει να υπερβαίνει το χρονικό πλαίσιο και την εμβέλεια του έργου και να δημιουργεί γέφυρες προς άλλες έρευνες και την ανάπτυξη πρακτικών.

Για τον Iacob, οι εκπαιδευτικοί του STE(A)M, τόσο στο τυπικό όσο και στο μη τυπικό εκπαιδευτικό σύστημα, βρίσκονται σε ένα περίπλοκο κουβάρι κανονισμών και ενδιαφερομένων - ο καθένας με τις δικές του ανάγκες και προσδοκίες - που διαμορφώνουν τις καθημερινές τους πρακτικές. Προκειμένου να γίνει κατανοητή η κατάσταση, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να ενδυναμωθούν με την αίσθηση της δράσης, που με τη σειρά της θα τους επιτρέψει να συνεργαστούν με τους άλλους φορείς του δικτύου. Οι εκπαιδευτικοί του STE(A)M πρέπει να χαρτογραφήσουν τις δικές τους θέσεις τους σε σχέση με αυτούς, προκειμένου να είναι σε θέση να ασκούν την πρακτική τους με υπεύθυνο και αποτελεσματικό τρόπο. Σχηματικά, παραθέτει το παρακάτω διάγραμμα:

Εικόνα 4. Οι δεξιότητες των εκπαιδευτικών (Iacob, 2021)



Σύμφωνα με τον Iacob και το παραπάνω διάγραμμα, ο εκπαιδευτικός (Educator) έχει πολλαπλούς ρόλους: Επαγγελματίας (Professional), Μέλος Κοινότητας (Community Member), Ενορχηστρωτής και διαχειριστής (Orchestrator and manager), Σχεδιαστής μάθησης (Learning Designer), και Εκπαιδευτής Εκπαιδευτικών (Teacher trainer-tutor).

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Αυτός επίσης, πρέπει να αλληλοεπιδρά και να συμπεριλαμβάνει τις υφιστάμενες πολιτικές (Policy) και τους Εταίρους (Partners).

Σύμφωνα με την ανάλυση του, έχει δημιουργήσει μια ιεράρχηση των πρακτικών που εφαρμόζουν οι εκπαιδευτικοί στην κοινότητα των συναδέλφων τους για ποικίλα γνωστικά αντικείμενα. Αυτές παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3. Ταξινομημένες εφαρμοζόμενες πρακτικές (Iacob, 2021) (αυτούσιο και απόδοση)

No.	Computer Science Teachers	Mathematics Teachers	English Language Teachers
1	Problem based learning (μάθηση με βάση επίλυση προβλήματος)	Problem based learning (μάθηση με βάση επίλυση προβλήματος)	Project Work (Εργασία σε Project)
2	Learning Tasks (μαθησιακά καθήκοντα)	Direct Instruction (Κατά μέτωπο διδασκαλία)	Jigsaw²² (μέθοδος jigsaw)
3	Discovery Learning (Διερευνητική μάθηση)	Learning (at) stations (Μάθηση σε σταθμούς)	Problem Based Learning (μάθηση με βάση επίλυση προβλήματος)
4	Computer Simulation (Προσομοίωση σε Υπολογιστή)	Learning Tasks (μαθησιακά καθήκοντα)	Learning Tasks (μαθησιακά καθήκοντα)
5	Project Work (Εργασία σε Project)	Project Work (Εργασία σε Project)	Learning (at) stations (Μάθηση σε σταθμούς)
6	Direct Instruction (Κατά μέτωπο διδασκαλία)	Discovery Learning (Διερευνητική μάθηση)	Presentation (Παρουσίαση)
7	Models Method (Μέθοδος με μοντέλα)	Learning by Teaching (Μάθηση μέσα από τη διδασκαλία)	Reciprocal Teaching (Αμοιβαία Διδασκαλία)
8	Programmed Instruction (Προγραμματισμένη Εντολή)	Jigsaw (μέθοδος jigsaw)	Learning by Teaching (Μάθηση μέσα από τη διδασκαλία)
9	Learning by Teaching (Μάθηση μέσα από τη διδασκαλία)	Presentation (Παρουσίαση)	Discovery Learning (Διερευνητική μάθηση)
10	Case Study (Μελέτη Περίπτωσης)	Experiment (Πείραμα)	Role-Play (Παιχνίδι Ρόλων)
11	Learning (at) stations (Μάθηση σε σταθμούς)	Models Method (Μέθοδος με μοντέλα)	Direct Instruction (Κατά μέτωπο διδασκαλία)
12	Presentation (Παρουσίαση)	Programmed Instruction (Προγραμματισμένη Εντολή)	Concept Mapping (Εννοιολογική Χαρτογράφηση)
13	Experiment (Πείραμα)	Computer Simulation	Case Study (Μελέτη Περίπτωσης)

²² Η μέθοδος Jigsaw είναι μια παιδαγωγική τεχνική που έχει σχεδιαστεί για να προωθήσει τη συνεργατική μάθηση και την αλληλεξάρτηση μεταξύ των μαθητών.

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

		(Προσομοίωση σε Υπολογιστή)	
14	Role-Play (Παιχνίδι Ρόλων)	Concept Mapping (Εννοιολογική Χαρτογράφηση)	Web Quest (Διαδικτυακή Αναζήτηση)
15	Jigsaw (μέθοδος jigsaw)	Case Study (Μελέτη Περίπτωσης)	Portfolio Method (Μέθοδος Portfolio)

Σύμφωνα με την παραπάνω τυπολογία των διδακτικών πρακτικών, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να προσαρμόζουν τις εφαρμοζόμενες πρακτικές τους ώστε να κατευθύνονται προς ανώτερου «επιπέδου» Projects τα οποία σύμφωνα με τον υπογράφοντα αποτελούν δείγμα καλής πρακτικής σε ένα STEAM έργο. Για παράδειγμα, ένας καθηγητής της αγγλικής γλώσσας θα πρέπει να ενθαρρύνει την εργασία με βάση Projects (Project work, κατάταξη 1) περισσότερο από μια παρουσίαση (presentation, κατάταξη 6) ή ένα παιχνίδι ρόλων (role-play, κατάταξη 10).

Αυτό που παρατηρούμε βλέποντας τα παραπάνω παραδείγματα, είναι ότι οι τυπολογίες που εφαρμόζονται ασχολούνται ως επί το πλείστον με την πλευρά των εκπαιδευόμενων και την οπτική τους πάνω στο τι συνέβη μέσα στο χώρο διδασκαλίας. Ακόμη και στην τυπολογία που εξετάζει τη στάση των εκπαιδευτικών, γίνεται μια επιφανειακή και εκ των προτέρων κρίση της ποιότητας ενός έργου μόνο από το είδος της δραστηριότητας με την οποία θα εμπλακούν οι μαθητές χωρίς να γίνεται εμβάθυνση στις πρακτικές που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Επιπροσθέτως, αναζητούμε ένα μοντέλο το οποίο να εξετάζει την οπτική του εκπαιδευτικού πάνω στο πως σχεδιάζει, πως αξιολογεί τη δράση και πως αναστοχάζεται πάνω σε αυτή μέσα από την εικόνα που παίρνει από τη μανθάνουσα κοινότητα του για να είναι σε θέση την επόμενη φορά να επανασχεδιάσει τη δραστηριότητα του. Η κατά μήκος επίβλεψη ενός έργου εις βάθος και όχι η επιφανειακή κατηγοριοποίηση του είναι το ζητούμενο όταν αναζητείται το κατάλληλο πλαίσιο αξιολόγησης δράσεων πόσο μάλλον σε έναν πρωτοεμφανιζόμενο κλάδο ή μεθοδολογία που δεν έχει ικανό αριθμό παραδειγμάτων και κατά συνέπεια εμπειρίας.

3.3 Η Τυπολογία των Bevan et al.

Πρόσφατες έρευνες και εργασίες σχετικά με τα STEM και STEAM έχουν αρχίσει να εννοιολογούν την πολυ- και διεπιστημονική εργασία σε αυτούς τους τομείς από την άποψη του πώς οι τέχνες και οι επιστήμες μοιράζονται και μπορούν να αποκαλύψουν επιστημικές πρακτικές (Costantino, 2018). Για παράδειγμα, ο Costantino εδώ, προωθεί ένα αμοιβαία εμπλεκόμενο διεπιστημονικό μοντέλο προγράμματος σπουδών που βασίζεται γύρω από τη δημιουργική διερεύνηση, μια διαδικασία που επαναλαμβάνει σε στάδια τον ορισμό ενός προβλήματος, την πολυτροπική διερεύνηση, τη βελτίωση του προβλήματος, την κριτική κατά τη διαδικασία, τη διερεύνηση, το σχεδιασμό, τη βελτίωση και την παρουσίαση. Σε αυτό το μοντέλο, η εστίαση είναι ευθέως στις επιστημονικές πρακτικές σε όλες τις τέχνες και τις επιστήμες, συμπεριλαμβανομένης της διερεύνησης, της δημιουργίας νοήματος και της κριτικής. Ο Costantino προτείνει ότι μια τέτοια προσέγγιση δημιουργεί έναν "τρίτο χώρο" που παράγει υβριδικό περιεχόμενο και επιστημολογία για τις τέχνες και τη μηχανική (Costantino, 2018, p. 105).

Το επιστημονικό πλαίσιο για το STEAM (Πίνακας 4, Bevan et al., 2019) που διερευνούμε είναι στο πλαίσιο της διεπιστημονικής προσέγγισης των τεχνών και των επιστημών που ενσωματώνονται σε σχολικά προγράμματα για τους νέους. Αυτό το πλαίσιο αντλεί στις επιστημονικές πρακτικές που εξηγούνται στο Πλαίσιο για την επιστημονική εκπαίδευση K-

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

12 (National Research Council (U.S.), 2012) και στους (Kafai & Peppler, 2011) στο πλαίσιο των τεχνών. Τίθεται το ερώτημα αν οι πρακτικές που εφαρμόζονται σε τέτοια προγράμματα είναι ευδιάκριτα σε STEM ή στις τέχνες και αν επιπλέον παίρνουν νέες υβριδικές μορφές οι οποίες αναπτύσσουν επιστημονικές πρακτικές όπως εικάζεται (Mejias et al., 2021) στην κεντρική στήλη του πίνακα 3.

Πίνακας 4: Επιστημονικές πρακτικές στο STEAM (Bevan et al., 2019)

	<i>STEM practices</i>	<i>Conjectured STEAM practices</i>	<i>Arts practices</i>
<i>Exploring</i>	Asking questions/defining problems	Noticing and questioning	Deep noticing
	Planning and carrying out investigations	Exploring materiality	Deconstructing component elements and their respective meanings
	Using mathematical and computational thinking	Defining the problem space	
<i>Meaning-making</i>	Developing and using models	Producing tentative representations	Applying artistic principles to augment meaning
	Analyzing and interpreting data	Conducting multiple modalities	Referencing or combining existing works and ideas
	Constructing explanations/designing solutions	Engaging multiple modalities	Referencing or combining existing works and ideas
<i>Critiquing</i>	Arguing from evidence/peer review	Critical historicity; hacking the ideas of others	Critical historicity; negotiating what constitutes a “good” Project
	Evaluating and communicating findings	Cultivating Dissent	Given a particular artistic goal, evaluating how successful this goal has been met
	Sharing results/audiencing		

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Για παράδειγμα, η επιστημονική πρακτική της μοντελοποίησης ως μηχανισμός για την εννοιολογική ή εμπειρική αναπαράσταση και κατανόηση των φαινομένων (Svoboda & Passmore, 2013) μπορεί να έχει αξία σε ένα πρόγραμμα για την αστική νεολαία που επικεντρώνεται στο σχεδιασμό της κατασκευής κοινοτικών κήπων στο πλαίσιο του ευπρεπισμού. Οι καλλιτέχνες ως φορείς αλλαγής μπορεί να αρχίσουν να δημιουργούν μοντέλα και αναπαραστάσεις πολύτιμες για το ίδιο πρόγραμμα για τη συγκέντρωση της υποστήριξης της κοινότητας, όπως το έργο μέσω τοιχογραφιών, αφισών και φυλλαδίων που απεικονίζουν το όραμα και τα σχέδια (π.χ. Ley, 2003). Το ίδιο πρόγραμμα μπορεί να πηγαиноέρχεται μεταξύ αυτών των πρακτικών. Μια άλλη πτυχή που διερευνούμε είναι κατά πόσον τέτοια προγράμματα αναπτύσσουν επίσης υβριδικές μορφές πρακτικής που είναι ιδιαίτερες για τα διεπιστημονικά προγράμματα STEAM, όπως η επιχειρηματολογία. Για παράδειγμα, η επιστημονική γνώση έχει οικοδομηθεί με την πάροδο του χρόνου μέσω διαδικασιών επιχειρηματολογίας βασισμένης σε αποδείξεις (μέσω αξιολόγησης από ομότιμους). Αυτή η επιστημονική πρακτική έχει βρεθεί στο επίκεντρο των σημερινών προσπαθειών βελτίωσης της επιστημονικής εκπαίδευσης στις Ηνωμένες Πολιτείες, με βάση μελέτες που δείχνουν ότι οι μαθητές έχουν συνήθως περιορισμένη εμπειρία στην κατασκευή και εξέταση τεκμηριωμένων εξηγήσεων για τα φαινόμενα που διερευνούν (McNeill et al., 2006). Αν και λιγότερο θεμελιωμένες στις έννοιες της τεκμηριωμένης επιχειρηματολογίας, οι καλλιτεχνικές πρακτικές και γνώσεις έχουν ομοίως κατασκευαστεί σε διάλογο (ή διαφωνία) μεταξύ του παρελθόντος και του παρόντος, με νέες μορφές που αναδύονται ως απάντηση σε προγενέστερες. Περαιτέρω, οι καλλιτεχνικές πρακτικές αναπτύσσονται πιο ρητά σε σχέση με τις ιστορικές και κοινωνικές. Αυτή η σχέση με τις ιστορικές στιγμές μπορεί να είναι λιγότερο ρητή στις πρακτικές που βασίζονται στην επιστήμη, αν και δεν είναι λιγότερο παρούσες.

Υποστηρίζεται (Mejias et al., 2021) ότι τα προγράμματα STEAM μπορεί συχνά να δίνουν έμφαση σε ένα υβρίδιο αυτών των δύο επιστημονικών πρακτικών, το οποίο εμείς θα μπορούσαμε να ονομάσουμε "hacking", δηλαδή την εσκεμμένη υιοθέτηση και επαναχρησιμοποίηση υφιστάμενων εργαλείων και γνώσεων. Παραδείγματα του hacking περιλαμβάνουν δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα σε φυσικούς χώρους σχεδιασμένους να υποστηρίζουν την αντίσταση και τις αντικουλτούρες (*Hacking the Spaces*, n.d.) ή η χρήση hashtags²³ στο Twitter για την έναρξη κοινωνικών κινήσεων (Santo, 2011) Άλλες προσπάθειες που θα μπορούσαν να εκληφθούν ως hacking περιλαμβάνουν τη χρήση χορών από τη έγχρωμη νεολαία που δημιουργούνται από την κοινότητα για να αφηγηθούν και να τοποθετήσουν των ταυτοτήτων και των εμπειριών τους γύρω από την επιστήμη (Chappell & Varelas, 2020), και νέοι και εκπαιδευτικοί οι οποίοι συνδέουν τις δημόσιες επιστημονικές επιδείξεις με πολιτικές δηλώσεις και ταυτότητες. Αυτή η πρακτική του hacking θα μπορούσε να αναγνωριστεί στην κάτω σειρά του Πίνακα 3 (παραπάνω) ως ένα είδος πρακτικής "κριτικής" που υπάρχει μεταξύ των πεδίων STEM και των τεχνών, αξιοποιώντας επιστημονικές πρακτικές από κάθε πεδίο σε μια νέα υβριδική μορφή. Οι επιστήμονες και οι καλλιτέχνες ασχολούνται συνεχώς με το hacking, όπως και οι σεφ και οι σχεδιαστές μόδας. Η εικασία μας είναι ότι τα προγράμματα STEAM μπορεί να είναι πιο πιθανό από τα προγράμματα STEM να δίνουν έμφαση σε αυτή την πρακτική με διαφορετικούς τρόπους. Με τον τρόπο αυτό, υπό το πρόσχημα του "hacking", τα προγράμματα STEAM μπορεί να κάνουν τις συχνά αόρατες ή υποβαθμισμένες επιστημονικές πρακτικές της τεκμηριωμένης επιχειρηματολογίας πιο ορατές και κεντρικές για τους μαθητές. Μπορούν επίσης να κάνουν πιο ορατή την κεντρική σημασία του επιστημονικού διαλόγου που είναι συνυφασμένος με την τέχνη.

²³ Βλ. [Hashtag](#)

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Το επιστημονικό αυτό πλαίσιο αναδεικνύει τις δυνατότητες του STEAM να αναγνωρίσει και να αξιοποιήσει πληρέστερα τις πολυ- και διεπιστημονικές προσεγγίσεις, ώστε να δημιουργηθούν νέοι τρόποι μάθησης και έρευνας σχετικά με τις συνεργασίες μεταξύ των τεχνών και των επιστημονικών πεδίων STEM. αναδεικνύεται επίσης η ανάγκη για μια πιο συνεκτική κατανόηση του πότε και πώς το STEAM, όπως επαναλαμβάνεται στην παιδαγωγική, έρευνα και πρακτική, ενθαρρύνει ή περιορίζει τις παραγωγικές επιστημικές συνδέσεις.

3.3.1 Εξετάζοντας τον Εργαλειακό Χαρακτήρα και την Παιδαγωγική Ισχύ με (βάση τους Bevan et al.)

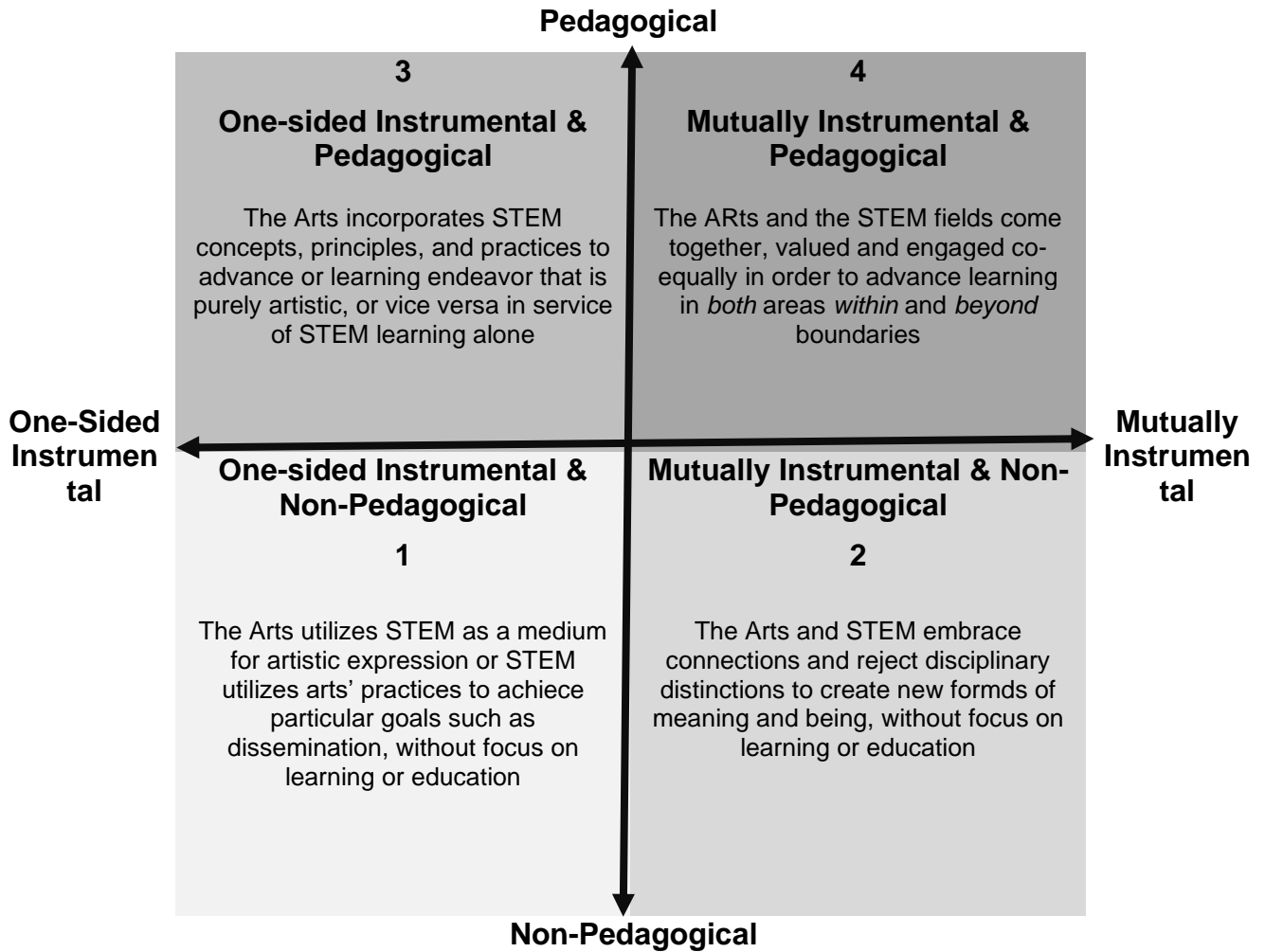
Στην παρακάτω ενότητα, για την κατανόηση του STEAM ως εκπαιδευτική πρακτική, διερευνούμε διαφορετικές προσεγγίσεις όπου η έρευνα και οι εφαρμοζόμενες προσεγγίσεις έχουν τοποθετήσει τις τέχνες σε σχέση με τα πεδία του STEM σε δύο άξονες: Τον εργαλειακό χαρακτήρα ²⁴(*Instrumental*) και την παιδαγωγική ισχύ²⁵ (*Pedagogical*) (Mejias et al., 2021). Η διερεύνηση γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξακριβωθεί εάν στον άξονα του instrumentalization διακρίνονται μονόπλευρες ή αμοιβαία εργαλειακές προσεγγίσεις μαζί με παιδαγωγικές και μη παιδαγωγικές διαστάσεις (Πίνακας 7). Η εξέταση αυτών των τοποθετήσεων των τεχνών σε σχέση με τα πεδία του STEM μπορεί να οδηγήσει ενδεχομένως σε μια πιο συνεκτική κατανόηση των τάσεων και των ορίων όσο αφορά την εφαρμογή και το σχεδιασμό σε δραστηριότητες το STEAM.

²⁴ Ο εργαλειακός χαρακτήρας αναφέρεται στο γεγονός ότι οι θεωρίες και οι έννοιες θεωρούνται ως εργαλεία ή μέσα για την επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων ή για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων, και όχι απαραίτητα ως ακριβή αντανακλαστικά της πραγματικότητας.

²⁵ Η παιδαγωγική ισχύς μιας θεωρίας αναφέρεται στη δυνατότητα μιας θεωρίας να εφαρμοστεί και να χρησιμοποιηθεί με αποτελεσματικό τρόπο στο πεδίο της παιδαγωγικής ή της εκπαίδευσης. Αυτό σημαίνει ότι η θεωρία μπορεί να παράγει θετικά αποτελέσματα και να επηρεάσει την εκπαίδευση και την ανάπτυξη των μαθητών ή των εκπαιδευομένων.

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Πίνακας 5: Εργαλειακές και Παιδαγωγικές προσεγγίσεις στο STEAM (Bevan et al., 2021)



Λαμβάνοντας υπόψιν την ευρεία ερμηνεία ακόμη και την ενίοτε αυθαίρετη φύση της έννοιας του STEAM, οι (Mejias et al., 2021) πρότειναν τέσσερις προσεγγίσεις ή ρητορικές, αυτό που η Sutton-Smith ονόμασε πολύχρωμα «*διανοητική οσμή*» (Sutton-Smith, 2001). Αυτά τα τεταρτημόρια, είναι πειστικοί λόγοι που τοποθετούν ρητά ή εμμέσως μια συγκεκριμένη μέθοδο ή ενσωμάτωση μιας αξίας που εκπροσωπεί ή ορίζει το πεδίο. Η διαμόρφωση αυτής της τυπολογίας των προσεγγίσεων για το STEAM ως ρητορική μπορεί να βοηθήσει να φωτιστεί το πως κάθε προοπτική για το STEAM μπορεί να επηρεάσει ή να εξισορροπήσει το πεδίο του λόγου, προσφέροντας μια αίσθηση του είδους των δυναμικών που διαμορφώνουν σήμερα τον τρόπο με τον οποίο κατανοούμε το STEAM. Μέσα από κάθε ένα από αυτά τα πεδία και τις προτάσεις τους, εξετάζουμε πως η δομή, οι τάσεις και η επιστημολογία της ενασχόλησης τόσο με τις τέχνες όσο και με τα πεδία του STEM μπορούν να συνθέσουν μια συγκεκριμένη μορφή του STEAM.

Για τους σκοπούς της ανάλυσης μας, επιδιώκουμε επίσης να αποσαφηνίσουμε τις παραδοχές και τις τάσεις σχετικά με τις εργαλειακές προσεγγίσεις. Ακολουθούμε το έργο των (Dewey & Pate, 1938), οι οποίοι εννοιολόγησαν την εργαλειακή προσέγγιση ως την εφαρμογή των σκέψης σε πρακτικά προβλήματα, και των (Mellin-Olsen, 1981), οι οποίοι ορίζουν τον εργαλειακό χαρακτήρα στην εκπαίδευση κυρίως ως αιτιολογία για τη μάθηση. Οι (Mejias et al., 2021) επεκτείνουν τον ορισμό του εργαλειακού χαρακτήρα στις πρακτικές STEAM ως έχοντας τη δυνατότητα κανείς να λειτουργήσει σε τρία επίπεδα: πρόθεση ή κίνητρο της άσκησης, τη φύση της συνεργασίας μεταξύ των τεχνών και των STEM, και τα

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

αποτελέσματα ή τις αντιληπτές εκροές αυτής της πρακτικής. Για παράδειγμα, η πρόθεση ή το κίνητρο μιας μονόπλευρης εργαλειακής προσέγγισης των τεχνών και των πεδίων STEM αφορά κυρίως (αλλά όχι αποκλειστικά) τη δραστηριοποίηση ενός επιστημονικού κλάδου για την εξυπηρέτηση ενός άλλου, τοποθετώντας έτσι σιωπηρά έναν επιστημονικό κλάδο πάνω από τους άλλους. Αυτή η στάση θα υποστήριζε ότι συγκεκριμένοι επιστημονικοί κλάδοι μπορούν να είναι κατευθυντήριοι μοχλοί για να στηρίξουν άλλους κλάδους που μπορεί να μην έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά (εξυπηρετώντας την παρακίνηση εργαλειακών πρακτικών). Η φύση της συνεργασίας του μονόπλευρου εργαλειακού χαρακτήρα στις διεπιστημονικές ανταλλαγές εμπλέκει ένα ή περισσότερους επιστημονικούς κλάδους, αλλά με επιφανειακό τρόπο. Το αποτέλεσμα ή η παραγωγή ενός έργου STEAM που διαμορφώνεται από την εργαλειακή πρακτική θα αντανάκλα μια επιφανειακή εμπλοκή ενός ή περισσότερων επιστημονικών κλάδων, δηλαδή μπορεί μόνο να εξετάσει, να ενισχύσει, ή να αλλάξει έναν επιστημονικό κλάδο, ενώ αγνοεί έναν άλλο.

Αντίθετα, μια αμοιβαία εργαλειακή προσέγγιση έχει διάφορα χαρακτηριστικά που καθορίζουν τη στάση της απέναντι στους διαφορετικούς κλάδους στο πλαίσιο του STEAM. Βασικά, μια αμοιβαία εργαλειακή προσέγγιση πλαισιώνει όλους τους κλάδους ως ίσους και σε διαλογική συνομιλία, καθιστώντας το κίνητρο για το STEAM ένα κίνητρο που βασίζεται στη διεπιστημονικότητα. Αυτό δε σημαίνει ότι μια μονόδρομη εργαλειακή προσέγγιση δεν είναι ικανή να δημιουργήσει νέους τρόπους κατανόησης και να ασκήσουν ολοκληρωμένους επιστημονικούς κλάδους. Ούτε θέλουμε να υποβαθμίσουμε τη δύναμη του STEAM που εφαρμόζεται σε ευρύτερες, πρακτικές σκοπούς - για παράδειγμα, για την προετοιμασία των νέων για μελλοντικές ευκαιρίες ή για την εξυπηρέτηση της κοινωνικής δικαιοσύνης. Αντίθετα, είναι να υποδείξουμε ότι, δίνοντας προτεραιότητα σε μια μονόπλευρη εργαλειακή προσέγγιση, αρθρώνεται ένας τύπος επιστημονικής χρήσης που δεν καταδεικνύει ρητά τις διαστάσεις της επιστημονικής ισορροπίας ως σημείο εκκίνησης.

Σημαντικές προσπάθειες στην ακαδημαϊκή βιβλιογραφία έχουν σκιαγραφήσει παιδαγωγικά ή/και εννοιολογικά μοντέλα για το πώς τα ενοποιημένα πεδία των τεχνών και του STEM μπορούν να υπερβούν τις τάσεις μονόπλευρου εργαλειακού χαρακτήρα. Η μελέτη του (Yakman, 2008) STΣ@M, τονίζει την ενοποιητική φύση των επιστημονικών κλάδων και ορίζει το STEAM ως

"Επιστήμη και Τεχνολογία, που ερμηνεύονται μέσω της Μηχανικής και των Τεχνών, όλα βασισμένα στη γλώσσα των Μαθηματικών" (Yakman, 2008, p. 18).

Αυτή η επιλεκτικότητα ως προς το ποιοι επιστημονικοί κλάδοι επιτελούν ερμηνευτικό έργο και ποιοι παρέχουν διαλεκτικά ή γλωσσικά θεμέλια έχει επικριθεί ότι κλείνει τις δυνατότητες για έρευνα μεταξύ των επιστημονικών κλάδων (Quigley et al., 2017) και ότι δεν ενθαρρύνει μια βαθύτερη ή πιο συστηματική κατανόηση του τρόπου με τον οποίο κάθε επιστημονικός κλάδος αλληλεπιδρά με τους άλλους. Αντίθετα, οι (Quigley et al., 2017) περιγράφουν ένα εννοιολογικό μοντέλο για τη διδασκαλία STEAM που βασίζεται στην έννοια της διεπιστημονικής διερεύνησης σε όλο το διδακτικό περιεχόμενο και το μαθησιακό πλαίσιο. Το περιεχόμενο περιλαμβάνει παράδοση βασισμένη σε προβλήματα, επιστημονική ενσωμάτωση και δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, ενώ το μαθησιακό πλαίσιο περιλαμβάνει διδακτικές προσεγγίσεις, πρακτικές αξιολόγησης και στρατηγικές μάθησης με ισότιμη συμμετοχή. Μέσω της εστίασής της στην παράδοση με βάση την επίλυση προβλημάτων και στις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, η προσέγγιση αυτή αρχίζει να εξετάζει και να διατυπώνει τον τρόπο με τον οποίο οι επιστημολογίες μοιράζονται και εκφράζονται εντός και μεταξύ των επιστημονικών κλάδων.

Η εστίασή μας στην ανάλυση του STEAM από την άποψη της παιδαγωγικής βασίζεται στην προέλευση του όρου στον τομέα της εκπαιδευτικής έρευνας και πρακτικής. Ωστόσο, οι

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

επαγγελματίες του εν λόγω χώρου χρησιμοποιούν μερικές φορές το STEAM για να προσελκύσουν το ενδιαφέρον για τα έργα τους ή να ευθυγραμμιστούν με παρόμοιες κοινότητες πρακτικής, θολώνοντας τα όρια του τρόπου με τον οποίο το STEAM μπορεί να θεωρηθεί ως ξεχωριστός τομέας της παιδαγωγικής. Στόχος μας κατά την ανάλυση της επικράτησης των παιδαγωγικών προσεγγίσεων στις διάφορες μορφές STEAM είναι να εντοπίσουμε τη ρητή επίκληση και χρήση πολύ- και διεπιστημονικών προσεγγίσεων ως τρόπο προώθησης της εκπαίδευσης και της μάθησης. Είναι πέρα από το πεδίο μας να εξετάσουμε τους διάφορους τύπους παιδαγωγικών που εμφανίζονται στις πρακτικές STEAM (είτε εμφανίζονται είτε προσδιορίζονται ως τέτοιες), ενώ οι πρακτικές των τεχνών και του πεδίου STEM παρέχουν σαφείς ευκαιρίες για μάθηση που θα μπορούσαν να συνιστούν άτυπη παιδαγωγική. Όπως και με την εννοιολόγηση μας για το πώς η εργαλειακές προσεγγίσεις θα μπορούσαν να διαμορφώσουν τους ορισμούς του STEAM, επιλέξαμε να εστιάσουμε επίσης στις περιπτώσεις του STEAM όπου υπάρχει σαφής παιδαγωγική *πρόθεση, συνεργασία και αποτέλεσμα*.

Το STEAM ως ένα πρωτίστως παιδαγωγικό πλαίσιο συχνά περιλαμβάνει ρητά εκπαιδευτικά πλαίσια ή πρακτικές όπου ένα γνωστικό αντικείμενο ή σύνολο γνωστικών αντικειμένων θεωρείται ως ο πυρήνας της μαθησιακής εμπειρίας ή προσδιορίζεται ως η πρωταρχική/μόνη αντικείμενο (πρόθεση) και "χρησιμοποιεί" μια άλλη επιστήμη (φύση της συνεργασίας) για την επίτευξη των στόχων της (αποτέλεσμα). Ωστόσο, πολλές πρακτικές του STEAM είναι μη παιδαγωγικές, ενώ είναι παρούσες στη λαϊκή κουλτούρα, στις σύγχρονες τέχνες, ή στους τομείς STEM. Σε αυτές τις περιπτώσεις, είναι δυνατόν να παρατηρήσουμε διακριτές στρατηγικές χρήσης των τεχνών για να εξυπηρετούν τους στόχους των πεδίων STEM και το αντίστροφο. Περιλαμβάνουμε τέτοιες προσεγγίσεις εδώ για δύο λόγους: πρώτον, επειδή ορισμένες συζητήσεις για το STEAM αποτυγχάνουν να διακρίνουν τις πρωτίστως STEM ή καλλιτεχνικές πρακτικές από τις εκπαιδευτικές πρακτικές, δεύτερον, επειδή οι τρόποι με τους οποίους οι τέχνες και το STEM ενσωματώνονται στην επαγγελματική δραστηριότητα ή στη μαζική κουλτούρα μπορεί να ρίξουν φως σε ζητήματα εκπαίδευσης και παιδαγωγικής. Στην ενότητα που ακολουθεί, περιγράφουμε λεπτομερώς τις προτεινόμενες τέσσερις ρητορικές του STEAM, εξετάζοντας, ειδικότερα, τις παιδαγωγικές και εργαλειακές προθέσεις, τη φύση της συνεργασίας και τα αποτελέσματα που διέπουν κάθε προσέγγιση.

3.3.2 Μονόπλευρα Εργαλειακή και μη Παιδαγωγική (πίνακας 7, τεταρτημόριο 1)

Σε αυτή την προσέγγιση του STEAM, τα πεδία STEM μπορούν να λειτουργήσουν ως ένα σύνολο υλικών (δηλ. τεχνολογιών, φαινομένων) που χρησιμεύουν ως μέσο για τις τέχνες και την καλλιτεχνική έκφραση (Perpler & Wohlwend, 2018). Αυτή η προσέγγιση αναγνωρίζει τα δυνητικά οφέλη της εργαλειοποίησης των πεδίων STEM για τις τέχνες, παρά το αντίστροφο, καθώς χαρακτηρίζει πολλές προσεγγίσεις STEAM από τη δεκαετία του 1990. Η δημιουργική εργαλειακή προσέγγιση των STEM μπορεί να συμβεί μέσω της τέχνης εμπνευσμένης η ίδια από τη θεματολογία του STEM, όπως πίνακες ζωγραφικής για επιστημονικά θέματα, ή του χορού ως ερμηνεία της πλανητικής κίνησης (π.χ., τα προγράμματα SciArt του Wellcome Trust- βλ. (*Insight and Exchange*, n.d.)). Η διαδικασία αυτή εκδηλώνεται επίσης μέσω αυτού που θα μπορούσε να ονομαστεί τέχνη με τη βοήθεια του STEM, όπου η εμπλοκή με σαφείς πρακτικές STEM διευκολύνει τη δημιουργία καλλιτεχνικού έργου. Ένα είδος αυτής της καλλιτεχνικής πρακτικής είναι η "βιο-τέχνη", η οποία αναφέρεται σε την πειραματική χρήση βιοτεχνολογικών διαδικασιών για τη δημιουργία εννοιολογικών και υλικών έργων τέχνης (Kac, 2007). Παραδείγματα βιο-τέχνης περιλαμβάνουν την εφαρμογή διαφόρων τεχνολογιών στο ανθρώπινο σώμα (π.χ. ο Κύπριο-Αυστραλός καλλιτέχνης Stelarc που χρησιμοποίησε το ίδιο του το σώμα ως "επιφάνεια" για την τέχνη του (*STELARC | IMAGES*, n.d.)), ή την επεξεργασία των γονιδιωμάτων γενετικά τροποποιημένων οργανισμών για την επαναφορά τους στην "κατάσταση άγριου τύπου" (η Πορτογαλίδα καλλιτέχνης Marta de

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Menezes, έκθεση του 2018 με τίτλο "Truly Natural", (*Truly Natural – Marta de Menezes*, n.d.) Η βιοτέχνη, ως υποπεδίο, δείχνει πώς η λειτουργική χρήση των πεδίων STEM μπορεί να εξυπηρετήσει καλλιτεχνικούς σκοπούς, αποκτώντας μάλιστα νομιμοποίηση εντός των ακαδημαϊκών ιδρυμάτων (π.χ., η επιστημονική και καλλιτεχνική συνδιερεύνηση διεξάγεται στο SymbioticA-The Centre for Excellence in Biological Arts στη Σχολή Ανατομίας και Ανθρώπινης Βιολογίας του Πανεπιστημίου της Δυτικής Αυστραλίας).

Ο ινστρουμενταλισμός²⁶ των κλάδων με αυτόν τον τρόπο αναδεικνύει μια μορφή του STEAM με ορισμένες τάσεις. Για παράδειγμα, υπάρχει η δυναμική ότι οι βασικές αξίες της επιστήμης μπορεί να μην απεικονίζονται απαραίτητα ακρίβεια ή να μη γίνονται σεβαστές κατά τη διάρκεια της καλλιτεχνικής έκφρασης ή ότι οι διεπιστημονικές συνεργασίες μπορεί να είναι μονόπλευρες. Με αυτόν τον τρόπο, οι τέχνες μπορούν να επανερμηνεύσουν, να τροποποιήσουν, ή ακόμη και να καταχραστούν πρακτικές STEM χωρίς απαραίτητα να επηρεάζουν την τέχνη. Αντίθετα, η χρησιμοποίηση της επιστήμης και των STEM ως σημαίνοντα -ακόμη και όταν η διεπιστημονικότητα είναι η πρόθεση- μπορεί τόσο να εξυπηρετεί έναν εργαλειακό σκοπό όσο και να ενδεχομένως να μειώσει την αντιληπτή αξία της καλλιτεχνικής πρακτικής. Αυτό μπορεί να παρατηρηθεί στο παράδειγμα του καλλιτέχνη Ryoji Ikeda στην "εμπνευσμένη από το CERN" εγκατάσταση Supersymmetry (Ikeda, n.d., p. (<http://ryojiikeda.com/Project/supersymmetry/>)) στην οποία ο καλλιτεχνική απόδοση της εμπειρίας του CERN επικρίθηκε ως

«μια σειρά από μπιπ, γουργουρίσματα, εκθαμβωτικά στροβιλιστικά και φωτεινά σήματα, παλμούς φωτός... που δεν σημαίνουν τίποτα.» (Jones, 2015).

Ο τομέας της επιστήμης των πολιτών (και όχι πολιτικής επιστήμης) (Irwin, 1995) αποτελεί επίσης παράδειγμα αυτής της λογικής. Τα έργα υπό την καθοδήγηση των πολιτών συχνά εκτιμώνται για την εξάρτησή τους από την ανθρώπινη δημιουργικότητα του πλήθους ή την ανίχνευση προτύπων που μπορεί, για παράδειγμα, να ξεπεράσει τους περιορισμούς των αλγορίθμων των υπολογιστών (Dobrevna, 2014). Εδώ, η πρακτική της τέχνης επικεντρώνεται πιο ρητά στον τρόπο με τον οποίο οι δημιουργικές και καλλιτεχνικές πρακτικές, όπως τα έργα τέχνης, η δημιουργική γραφή, η παιγνιοποίηση και η επανάληψη ιδεών/μοντέλων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εξυπηρετήσουν επιστημονικές στόχους (Jennett et al., 2016). Για παράδειγμα, το Galaxy Zoo ψηφιακή πλατφόρμα χρησιμοποιεί την παιγνιοποίηση, το σχεδιασμό παιχνιδιών και το σχεδιασμό τέχνης υπολογιστών για να δημιουργήσει μια αστρονομική ταξινόμηση ως επιστημονικό έργο πολιτών (<https://www.zooniverse.org>). Μια ξεχωριστή πρόσφατη μελέτη των αλληλεπιδράσεων μεταξύ πτηνών και εντόμων δημιούργησε τόσο ένα διαδικτυακό παιχνίδι για τους επιστήμονες-πολίτες για την ταξινόμηση ζευγαριών μοντέλου-μίμησης, όσο και ένα ξεχωριστό παιχνίδι εικονικής πραγματικότητας για την προσομοίωση των αλληλεπιδράσεων μοντέλου-μίμησης-θηρευτή που επέτρεψε σε 45 ανθρώπους να "παίξουν" το ρόλο των θηρευτών πουλιών (Miller-Rushing et al., 2019). Για τα επιστημονικά έργα των πολιτών, τέτοιες δημιουργικές πρακτικές μπορεί ωστόσο να είναι ένα υποπροϊόν ή μια στρατηγική επικοινωνίας παρά μια επιδιωκόμενη καλλιτεχνική πρακτική, οπότε αναδύεται μια αντίφαση σχετικά με το πώς και πότε θα μπορούμε να δούμε ορισμένες καλλιτεχνικές πρακτικές ως έμμεσες ή ρητές στις συνεργασίες τέχνης και επιστήμης.

²⁶ Σύμφωνα με τον ινστρουμενταλισμό στη φιλοσοφία της επιστήμης, ο σκοπός των θεωριών και των έννοιών είναι πρωτίστως η προβλεπτική και εξηγητική τους ικανότητα, παρά η ακρίβεια στο να ανταποκρίνονται σε μια αντικειμενική πραγματικότητα. Δηλαδή, οι θεωρίες θεωρούνται ως εργαλεία για την πρόβλεψη και τον έλεγχο φαινομένων, ανεξαρτήτως του κατά πόσον αντικατοπτρίζουν την πραγματικότητα ακριβώς.

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Ως εργαλείο, οι τέχνες μπορούν να υποστηρίξουν την επιστημονική έρευνα και την έρευνα STEM παρέχοντας ένα νέο σύνολο εργαλείων (π.χ. οπτικά βοηθήματα) για την προώθηση των ερευνητικών προγραμμάτων (π.χ. Miller, 2014), για παράδειγμα μέσω της οπτικοποίησης αριθμητικών δεδομένων και υψηλής ανάλυσης προσομοιώσεων στατιστικών συστημάτων όπως η ροή ρευστών, τα γαλαξιακά συστήματα ή η συρροή ζώων στα οποία σημαντικά μοτίβα γίνονται διακριτά μόνο μέσω της οπτικής ανίχνευσης από τον άνθρωπο. Ακολουθώντας τη συχνά εκφραζόμενη λογική της χρήσης της δημιουργικότητας για την προώθηση καινοτομίας (Segarra et al., 2018), άλλοι τομείς της επιστήμης έχουν αναζητήσει τον τρόπο με τον οποίο οι τέχνες μπορούν να επεκτείνουν ή να εμβαθύνουν την πρακτική στους τομείς STEM. Για παράδειγμα, οι τέχνες και η δημιουργικότητα έχουν χρησιμοποιηθεί για να δικαιολογήσουν την ανάγκη ανάπτυξης νέων στρατηγικών στην επιστήμη της βιωσιμότητας για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας του πλανήτη, μέσω προσεγγίσεων που προάγουν "δημιουργικές" λύσεις σε αυξανόμενα προβλήματα συνομιλίας (Aslan et al., 2014). Αν και μια φαινομενικά απλή και μη προβληματική χρήση της τέχνης για το STEM, υπάρχει η πιθανότητα να μην υπάρχει ευθυγράμμιση μεταξύ της πρόθεσης του επαγγελματία του STEM και των στόχων για τη χρήση της τέχνης, ή αυτή να ερμηνευτεί ή να κατανοηθεί με μια περιορισμένη, ακόμη και μη καλλιτεχνική έννοια.

Εξετάζοντας μια σειρά από μονόπλευρες εργαλειακές προσεγγίσεις που δεν φιλοδοξούν να είναι παιδαγωγικές, αυτή η ρητορική του STEAM αποφεύγει σε μεγάλο βαθμό την ουσιαστική διερεύνηση της διεπιστημονικότητας. Αντ' αυτού, προωθεί συγκεκριμένα ρεπερτόρια είτε του μονόπλευρου εργαλειακού χαρακτήρα (π.χ. η τέχνη "χρησιμοποιεί" την τεχνολογία ή το αντίστροφο) είτε της χρήσης ενός επιστημονικού κλάδου για να επεκτείνει ή να διευρύνει το έργο σε μια άλλη. Ενώ αυτή η τελευταία μορφή μπορεί να είναι παραγωγική, εξακολουθεί να περιορίζει τη διεπιστημονική δυνατότητα του αναδυόμενου πεδίου STEAM. Παρά την επιφανειακότητα αυτή, οι πρακτικές αυτές συχνά φαίνεται να ενσωματώνουν αυθεντικές μορφές συνεργασίας μεταξύ τεχνών και STEM. Αυτή η ρητορική τοποθετεί το STEAM ως κάτι σαν άσκηση-οδοδείκτη όπου η αλληλεπίδραση των τεχνών και των πεδίων STEM εντοπίζεται εύκολα, αλλά ούτε αμοιβαία ούτε ουσιαστικά εμπλέκονται. Αυτή η φρασεολογική δομή του STEAM υποδηλώνει μια περιορισμένη ή ακούσια διασύνδεση με τις εικαζόμενες επιστημονικές πρακτικές STEAM (που προσδιορίζονται στον πίνακα 4 ανωτέρω), όπου η εννοιολόγηση και η πρακτική του δεν τοποθετούν έμφαση στη διερεύνηση της διεπιστημονικότητας.

3.3.3 Αμοιβαία Εργαλειακή και μη Παιδαγωγική (πίνακας 7, τεταρτημόριο 2)

Σε αυτή την προσέγγιση, η εργαλειοποίηση των τεχνών για το STEM ή το αντίστροφο είναι αμοιβαία εργαλειοποιημένη (βλ. Πίνακας 7, τεταρτημόριο 2) καθιστώντας σαφή τη συνεργατική, διεπιστημονική φύση της εργασίας των τεχνών και του STEM, και ενσαρκώνονται από τέτοιες προσεγγίσεις και αποτελέσματα. Οι υποστηρικτές έχουν χαιρετίσει τις προοπτικές του STEAM ή των τεχνών και του STEM να παράγουν νέες επιστημολογίες, όπως η "ArtScience", η οποία συνδυάζει στοιχεία επιστημονικής εξερεύνησης, σχεδιασμού, της μηχανικής και της τέχνης σε έναν χώρο (B. Root-Bernstein et al., 2011). Το κίνημα ArtScience είναι ασχολείται με την υιοθέτηση των συνδέσεων και την απόρριψη των κλαδικών διακρίσεων, χρησιμοποιώντας τα διεπιστημονικά στοιχεία της εφεύρεσης και της εξερεύνησης ως γέφυρα για τις τέχνες και την επιστήμη ώστε να δημιουργηθούν εντελώς νέες μορφές νοήματος και ύπαρξης. Στο πλαίσιο αυτής της αντίληψης, το STEAM γίνεται ένα μέσο για την απομάκρυνση ή την ανατροπή του ειδικευτικού ρομαντισμού των τεχνών και STEM. Μπορεί επίσης δυνητικά να βοηθήσει στην

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

αναγνώριση των κινητήριων διαστάσεων και των εμπορευματοποιημένων μορφών των ακαδημαϊκών επιστημονικών κλάδων.

Ορισμένες καλλιτεχνικές πρακτικές δημιουργούν νέους εικαστικούς και STEM τύπους που βασίζονται στη διεπιστημονική εργασία για να οικοδομήσουν νέες τρόπους γνώσης και ύπαρξης και στους δύο κλάδους. Πολλοί άλλοι καλλιτέχνες, αντανakλώντας τις ανησυχίες, τα άγχη και τα ερωτήματα της σύγχρονης κοινωνίας χρησιμοποιούν το STEM τόσο ως μέσο όσο και ως μήνυμα. Για παράδειγμα, η εγκατάσταση του Hito Steyerl "This Is the Future in 2019" χρησιμοποιεί πολλαπλές οθόνες βίντεο μεγάλης κλίμακας για να φανταστεί μια μελλοντική τεχνητή νοημοσύνη. Τα "πλούσια κινούμενα σχέδια" (Madoff, 2019) που παράγει κινούνται προς τα πίσω και προς τα εμπρός στο χρόνο, μπερδεμένα από ξαφνικές, βίαιες, και χαοτικές μετατοπίσεις στην κίνηση και την εικόνα που υποδηλώνουν όχι ένα οργανωμένο τεχνο-σύμπαν αλλά μια πιο αρχέγονη κατάσταση. Το dataverse του Ryoji Ikeda του 2019 (Ikeda, 2019) , μια μαζική αναπαράσταση βίντεο με ροές δεδομένων και ιατρικές εικόνες, αναγκάζει τον θεατή να αναλογιστεί πόσο μεγάλο μέρος της ανθρώπινης εμπειρίας υπάρχει, παράλληλα με τις ενσώματες εμπειρίες μας, σε ένα σύμπαν που καθοδηγείται από τα δεδομένα. Σε αυτές τις περιπτώσεις, χωρίς παιδαγωγικό σκοπό, οι καλλιτέχνες βρίσκουν τις διασταυρώσεις της επιστήμης, της τέχνης και της κοινωνικής ζωής ως ένα μέρος για προβληματισμό και φαντασία. Η τέχνη δεν προωθεί την επιστήμη και η επιστήμη δεν προωθεί την τέχνη. Αυτή η ρητορική μπορεί δυνητικά να αποκαλύψει και να τονίσει εικαζόμενες επιστημικές πρακτικές του STEAM που περιλαμβάνουν πτυχές της εξερεύνησης (π.χ. παρατήρηση και αμφισβήτηση, καθορισμός του χώρου του προβλήματος) και της δημιουργίας νοήματος (όπως η εμπλοκή πολλαπλών τρόπων ή η εύρεση συνάφειας) ως πρωτίστως διεπιστημονικές επιδιώξεις.

Άλλοι τομείς στους οποίους είναι δυνατόν να παρατηρηθεί η ενσωμάτωση των πεδίων STEM και των τεχνών ως δημιουργίας νέων επιστημολογιών είναι στον ευρύ τομέα των ψηφιακών τεχνών, στον οποίο έχουν σημειωθεί σημαντικές εξελίξεις στον κόσμο της μαζικής κουλτούρας και της ψυχαγωγίας. Τα Pixar Animation Studios²⁷ είναι ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο οι τέχνες και η τεχνολογία μπορούν να είναι τόσο γενεσιουργές όσο και να αλλάζουν τα πρότυπα. Οι επιστήμονες και οι καλλιτέχνες της Pixar βρίσκονται στην πρωτοπορία τόσο των τεχνών όσο και της τεχνολογίας και ηγούνται στον τομέα των γραφικών υπολογιστών, γεγονός που αποδεικνύεται όχι μόνο από την εμπορική τους επιτυχία, αλλά και από την τη συμμετοχή τους σε μεγάλα διεθνή συνέδρια γραφικών υπολογιστών, όπως το SIGGRAPH (SIGGRAPH Asia 2018). Είναι σημαντικό ότι η ηγεσία της Pixar έχει διαμορφώσει ρητά την προσέγγισή της για τον συνδυασμό τεχνών και τεχνολογίας ως διαδικασία επίλυσης προβλημάτων, υποδηλώνοντας μια εστίαση στον τρόπο με τον οποίο διαμορφώνονται οι επιστημικές αντιλήψεις μέσω των και μεταξύ των επιστημονικών κλάδων (Catmull, 2008). Ενώ η εργασία αυτή βασίζεται κατά καιρούς στη λειτουργικοποίηση της τεχνολογίας για τις τέχνες και το αντίστροφο, οι προθέσεις της εργασίας δεν είναι να χρησιμοποιηθούν οι τέχνες για να κάνουν STEM ή το STEM για να κάνει τέχνη. Η διαδικασία επικεντρώνεται ρητά στη διεπιστημονική εργασία και τα αποτελέσματα μπορούν να αναγνωριστούν ως τέχνη, STEM και κάτι εντελώς νέο στους τομείς της τεχνολογίας και των ψηφιακών τεχνών.

Σε αντίθεση με τις μονόπλευρες εργαλειακές προσεγγίσεις χωρίς παιδαγωγική εστίαση, αυτή η λογική του STEAM αγκαλιάζει τη διεπιστημονικότητα ως το θεμελιώδες κίνητρο και τη διαδικασία που στηρίζει τη συνεργασία STEM και τεχνών και επιδιώκει να παράγει νέες μορφές και νοήματα από τη διαδικασία συνεργασίας. Παρόλο που δεν υπάρχει ρητή

²⁷ Βλ. [Pixar](#)

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

παιδαγωγική εστίαση σε αυτό το έργο, η γενεσιουργός φύση της ισορροπημένης διεπιστημονικής συνεργασίας μπορεί να προσφέρεται για μαθησιακά αποτελέσματα λόγω των νέων επιστημολογιών που ενεργοποιούνται από τέτοιες πρακτικές (π.χ. η δημοτικότητα του Theo Jansen του έργου τέχνης Strandbeest (*Strandbeest*, n.d.), που συζητείται στην επόμενη ενότητα, που οδήγησε στην εμπορική προώθηση και διάδοσή του ως εκπαιδευτική δραστηριότητα).

3.3.4 Μονόπλευρα Εργαλειακή και Παιδαγωγική (πίνακας 7, τεταρτημόριο 3)

Ίσως η πιο συνηθισμένη στα εκπαιδευτικά πλαίσια είναι η μονόπλευρη εργαλειακή παιδαγωγική προσέγγιση του STEAM. Σε αυτές τις περιπτώσεις, το STEM ενσωματώνεται σε προγράμματα τεχνών ή οι τέχνες ενσωματώνονται σε προγράμματα STEM, είτε σε επίσημα είτε σε ανεπίσημα πλαίσια. Στην πρώτη περίπτωση, ένα σαφές παράδειγμα είναι ο προσδιορισμός του STEAM ως μέρος του προγράμματος σπουδών για τις τέχνες στην εκπαίδευση K-12 (Yakman, 2008) ο οποίος επιτρέπει την ανάπτυξη των νέων μεθόδων διδασκαλίας και εκμάθησης των τεχνών με αναφορά στα STEM. Η πρόκληση μιας άκριτης πολιτικής ενσωμάτωσης τέτοιων όπως αυτή είναι ότι μια μη καθοδηγούμενη εφαρμογή μπορεί να είναι επιφανειακή ή φτωχή και να μην εκμεταλλεύεται τις επιστημολογικές συνδέσεις μεταξύ των τεχνών και των πεδίων STEM (Connor et al., 2014). Στη δεύτερη περίπτωση, η τοποθέτηση των τεχνών ως εργαλείο για το STEM είναι μια συνήθως απαντώμενη θέση στο πλαίσιο του αυξανόμενου σώματος της βιβλιογραφίας του STEAM ((Bequette & Bequette, 2012), καθώς και στον εκκολλητόμοτο τομέα του Maker Field (B. Taylor, 2016). Μια κοινή αναφορά για τη συμπερίληψη πρακτικών ή παιδαγωγικών μεθόδων τέχνης στη μάθηση STEM ή στις φυσικές επιστήμες είναι ότι οι τέχνες παρέχουν μια δημιουργική ή "καινοτόμο" πτυχή που λείπει από τις επιστημονικές παιδαγωγικές (Segarra et al., 2018). Για παράδειγμα, αυτό θα μπορούσε να περιλαμβάνει τη χρήση σχεδίων πεδίου, οπτικοποιήσεων των δυναμικών γραμμών των πεδίων στις αναπαραστάσεις των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων των Maxwell-Faraday, ή την οπτικοποίηση των δεινοσαύρων από απολιθωμένα υπολείμματα, ως τρόπο εισαγωγής στο θέμα.

Εκτός της τυπικής εκπαίδευσης, οι τέχνες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για παιδαγωγικούς σκοπούς για επιστημονικούς σκοπούς βοηθώντας στην ανάπτυξη διδακτικών εργαλείων ή επικοινωνιακών προσεγγίσεων που ενισχύουν αυτό που οι Εθνικές Ακαδημίες Επιστημών, Μηχανικής και Ιατρικής (NASEM) ονομάζουν "πολιτισμική λογική του επιστημονικού γραμματισμού" (Committee on Science Literacy and Public Perception of Science et al., 2016). Σε αυτές τις περιπτώσεις, η έννοια του STEAM βασίζεται σε μεγάλο βαθμό γύρω από την έννοια της "προσθήκης", φέρνοντας τις τέχνες σε συνομιλία με το STEM με τρόπο που δημιουργεί πρόσθετα ή αμοιβαία οφέλη πέρα από τα μαθησιακά αποτελέσματα των STEM ή των επιστημών, αλλά που εξακολουθούν να αναγνωρίζουν την πρωτοκαθεδρία των STEM στον καθορισμό της εκπαιδευτικής πολιτικής ή της ατζέντας επικοινωνίας της επιστήμης.

Από την ερευνητική οπτική γωνία των τομέων STEM, οι τέχνες και οι καλλιτέχνες μπορούν επίσης να χρησιμεύσουν ως χρήσιμες πλατφόρμες ή συνεργάτες για την ικανοποίηση των κριτηρίων της δημόσιας δέσμευσης ή της επίδειξης αντικτύπου για τη χρηματοδότηση της έρευνας, με τη διαμόρφωση τέτοιων προσπαθειών ως "επικοινωνία, εμπλοκή και συνεργασία μέσω της τέχνης" (Sleigh & Craske, 2017, p. 326). Τα οφέλη αυτής της τύπου ολοκληρωμένης πρακτικής περιλαμβάνουν τη διευκόλυνση δυνητικά πιο προσίτων τρόπων εισόδου στο STEM για το ευρύ κοινό. Οι πρακτικές των τομέων STEM βασίζονται επίσης συχνά στη χρήση καλλιτεχνικών αναπαραστάσεων επιστημονικών εννοιών για να αποσαφηνίσουν και να παρουσιάσουν το έργο τους στο κοινό στο πλαίσιο μιας ατζέντας οικοδόμησης γραμματισμού STEM. Σε αυτό το πλαίσιο, οι τέχνες μπορούν προωθήσουν

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

τον γραμματισμό STEM, ο οποίος με τη σειρά του είναι στην υπηρεσία αυτού που η NASEM αποκαλεί "οικονομική, προσωπική ή δημοκρατική λογική του επιστημονικού γραμματισμού" (Committee on Science Literacy and Public Perception of Science et al., 2016). Ο τομέας της SciArt γίνεται αντιληπτό από τους καλλιτέχνες ότι εντάσσεται σε αυτή την κατηγορία, αλλά έχει θεωρηθεί κατά κάποιο τρόπο ως κατώτερη τέχνη, σε αναγνώριση της εντάσεων μεταξύ της διεπιστημονικής πρόθεσης και των υλικών αποτελεσμάτων της. Η SciArt έχει χαρακτηριστεί ως μια προσέγγιση της επιστημονικής επικοινωνίας που συγχωνεύει τις καλλιτεχνικές και επιστημονικές πρακτικές μέσω της εστίασης σε δημιουργικότητα (Sleigh & Craske, 2017). Ωστόσο, ορισμένοι περιγράφουν εντάσεις σχετικά με το πώς οι τέχνες εξυπηρετούν επιστημονικούς σκοπούς ως που εκδηλώνεται μέσω της επιφανειακής ποιότητας της τέχνης σε τέτοια πλαίσια, με την τέχνη να γίνεται κυρίως εικονογραφική και κυριολεκτική, γεγονός που δεν θα οδηγούσε απαραίτητα σε νέα ερωτήματα ή νέους τρόπους σκέψης σχετικά με τις τέχνες σε σχέση με την επιστήμη (Sochacka et al., 2013).

Οι μονόπλευρες εργαλειακές προσεγγίσεις στο STEAM μπορούν επίσης να υπερβούν την καθαρά καλλιτεχνική ή επιστημονική προσπάθεια και να αποκτήσουν παιδαγωγικά χαρακτηριστικά, παρουσιάζοντας τη δυνατότητα για τύπους STEAM να εξελίσσονται ή να μετακινούνται μεταξύ των τεταρτημορίων. Ένα παράδειγμα είναι το μετασχηματιστικό έργο του Ολλανδού καλλιτέχνη Theo Jansen. Ο Jansen αναφέρεται στους αιολικά κινούμενους σκελετούς του Strandbeest - τεράστια γλυπτά που επιπλέουν σε παραλίες και είναι ικανά να αποθηκεύουν και να μεταφέρουν ενέργεια, ως τη δημιουργία "νέων μορφών ζωής". Με το έργο του Jansen, το οποίο κατά την πρώτη εμφάνιση εργαλειοποιεί επιστημονικά εργαλεία για να κάνει τέχνη, η συγχώνευση μεταξύ της φυσικής, του σχεδιασμού, των τεχνών, της κατασκευής και της μηχανικής δημιουργεί μια νέα υλικότητα που ενσωματώνει τόσο τις τέχνες όσο και το STEM. Τα τεχνουργήματα είναι έξυπνα σχεδιασμένα για να χρησιμοποιούν τα κινητικά ενέργεια του ανέμου για την κίνηση μεγάλων, μηχανικών αντικειμένων. Ξεκινώντας κυρίως ως καλλιτεχνικό έργο, το Strandbeest επεκτάθηκε στην κοινότητα των κατασκευαστών μέσω του Mini Strandbeest Kit του Jansen, προσθέτοντας μια παιδαγωγική διάσταση για τη διαμόρφωση αντιλήψεων σχετικά με το πώς η μηχανική και οι τέχνες μπορούν να συνδυαστούν παραγωγικά. Σε γενικές γραμμές, αυτή η λογική του STEAM σχετίζεται με τις εικαζόμενες επιστημονικές πρακτικές μας σε μεγάλο βαθμό μέσω της απουσίας δέσμευσης γύρω από τις διεπιστημονικές δυνατότητες. Ωστόσο, τα εργαλειακά οφέλη των τεχνών (σε μια ευρύτερη έννοια από την επιστήμη) είναι ευρύτατα και ποικίλα. Προάγουν θετικά ατομικά και κοινωνικά αποτελέσματα σε γνωστικούς και συμπεριφορικούς τομείς, την υγεία, την κοινωνία και την οικονομία (McCarthy, 2004). Στο πλαίσιο πρακτικών επιστημονικής εκπαίδευσης όπου οι τέχνες εργαλειοποιούνται, οι πτυχές αυτές διατυπώνονται ίσως λιγότερο ρητά, σηματοδοτώντας τρόπους με τους οποίους οι ευκαιρίες αναγνώρισης και προώθησης επιστημονικών συνδέσεων μεταξύ των επιστημονικών κλάδων μπορεί να περάσουν απαρατήρητες.

3.3.5 Αμοιβαία εργαλειακή και Παιδαγωγική (πίνακας 7, τεταρτημόριο 4)

Η τελευταία ρητορική του STEAM που εντοπίζουμε (βλ. Πίνακας 7, τεταρτημόριο 4) επιδιώκει να συνδυάσει τις τέχνες και τα πεδία STEM καθώς αποτιμώνται και εμπλέκονται ισότιμα, για να προωθηθεί η μάθηση εντός, πέρα και πάνω από τα όρια των πεδίων. Ιδανικά, οι χώροι που ευθυγραμμίζονται με αυτή τη ρητορική αποφεύγουν να τοποθετούν έναν κλάδο πάνω από έναν άλλο από άποψη σημασίας ή χρόνου, αλλά προσπαθούν να είτε να προωθούν ταυτόχρονα πολλαπλές επιστήμες είτε να διαμορφώνουν νέο διεπιστημονικό χώρο στη διασταύρωση. Μια τέτοια μορφή παρουσιάζει ορισμένες ομοιότητες: Τη ρητή αναγνώριση της ισότιμης και αμοιβαία επωφελούς συμβολής τόσο των τεχνών όσο και των τομέων STEM- επιθυμία για την ενσωμάτωση των κλάδων ως τρόπο αύξησης του

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

ενδιαφέροντος και την τοποθέτηση της διεπιστημονικότητας ως μέσου για τη δημιουργία και την επέκταση με μεγαλύτερες δυνατότητες για βαθύτερη μάθηση και στα δύο (Liao, 2016).

Ενώ τέτοιες προσεγγίσεις μπορούν να βρεθούν σε σχολεία και κολέγια (Committee on Integrating Higher Education in the Arts, Humanities, Sciences, Engineering, and Medicine et al., 2018) δεν περιορίζονται στα πλαίσια της επίσημης εκπαίδευσης και όλο και περισσότερο μερικές από τις πιο καινοτόμες προσεγγίσεις που εφαρμόζονται είναι σε εξωσχολικά ή άτυπα πλαίσια, ακόμη και σε μη παιδαγωγικούς χώρους (όπως όπως φεστιβάλ, άλλοι χώροι ψυχαγωγίας ή πολιτισμού, ή ακόμη και μπαρ και νυχτερινά κέντρα). Στο πλαίσιο αυτής της ρητορικής υπάρχουν επαγγελματίες και πρακτικές που μπορεί να αυτοπροσδιορίζονται ή να μην αυτοπροσδιορίζονται ως STEAM, παρά το γεγονός ότι εμφανίζουν σαφή χαρακτηριστικά διεπιστημονική εργασία που συνδέει τις τέχνες και το STEM.

Πρόσφατα ερευνητικά προγράμματα των συγγραφέων προσπάθησαν να ρίξουν φως στις ευκαιρίες και τις τάσεις των αμοιβαία εργαλειοποιημένων, παιδαγωγικών προσεγγίσεων σε συνεργασίες στον τομέα των τεχνών και των STEM που συμβαίνουν κυρίως σε εξωστρεφή σχολικά πλαίσια. Επισημαίνουμε εδώ διάφορα παραδείγματα και περιγράφουμε πώς τέτοιες πρακτικές μπορούν κατά καιρούς τόσο να ενσωματώνουν (και ενδεχομένως ακόμη και να συσκοτίζουν ή να απορρίπτουν) την ένταξη στο STEAM. Για παράδειγμα, το Guerilla Science²⁸ στη Νέα Υόρκη, ΗΠΑ, και στο Λονδίνο, Αγγλία, έχει ως στόχο να "φέρει επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι συνδέονται με την επιστήμη μέσω μετασηματιστικών εμπειριών" και δημιουργούν καλλιτεχνικές και θεατρικές παραστάσεις και εκδηλώσεις που τις περισσότερες φορές στήνονται ως μέρος μουσικών φεστιβάλ ή άλλων πολιτιστικών εκδηλώσεων (όπως σε επαρχιακές εκθέσεις ή σε άλλα πολιτιστικά δρώμενα όπως το Burning Man ή το Glastonbury Festival- (Bevan et al., 2019). Η προσέγγιση της "επιστήμης μέσω μυστικότητας" της Guerilla Science άμεσα δημιουργεί ευκαιρίες για μάθηση της επιστήμης μέσω των τεχνών σε χώρους όπου υπάρχουν περιορισμένες προσδοκίες για μάθησης (Bevan et al., 2019) Τα μοναδικά στοιχεία της προσέγγισης για τη διευκόλυνση της μάθησης -σε σχέση με πολλές άλλες σχεδιασμένες δραστηριότητες άτυπης επιστημονικής μάθησης- επικεντρώνονται στη δημιουργία ενθουσιασμού, την παροχή ευκαιριών για τη διερεύνηση της φύσης της επιστήμης και τη συμβολή στην οικοδόμηση του κοινού ταυτότητας του κοινού ως μαθητών της επιστήμης (National Research Council (U.S.), 2012). Ως ένα καλά ανεπτυγμένο έργο, από το 2010 η Guerilla Science διεξάγει το Intergalactic Travel Bureau, μια διαδραστική θεατρική εμπειρία που εξερευνά τις απίστευτες δυνατότητες του τουρισμού στο διάστημα. Ολοκληρωμένο με θεματική διακόσμηση και ρετροφουτουριστικά²⁹ έργα τέχνης, πρόκειται για ένα ταξιδιωτικό γραφείο με κοσμική πινακίδα, όπου οι επισκέπτες σχεδιάζουν το επόμενο ταξίδι τους στα αστέρια (όπως για παράδειγμα οι διαστημικές εταιρείες Virgin Galactic και SpaceX). Οι μασκαρεμένοι ηθοποιοί προσκαλούν τους επισκέπτες να μπουν μέσα για μια προσωπική διαβούλευση με ηθοποιούς που υποδύονται ρόλους και "πράκτορες" διαστημικών επιστημόνων. Το περιεχόμενο, οι διάλογοι και η αφήγηση βασίζονται σε έρευνα αιχμής της διαστημικής επιστήμης, η οποία συχνά έχει διεξαχθεί από τους ίδιους τους ερευνητές της διαστημικής επιστήμης, οι οποίοι βοηθούν στην προσαρμογή της εμπειρίας χρησιμοποιώντας τη δική τους έρευνα. Για παράδειγμα, οι συνομιλίες διερευνούν τα φυσικά χαρακτηριστικά του κάθε πλανητικού προορισμού και τη φυσιολογική καταλληλότητά του για τον επισκέπτη από άποψη χρόνου ταξιδιού, κατοικησιμότητας και της ατμοσφαιρικής

²⁸ Βλ. [Guerilla Science](#)

²⁹ Ο ρετροφουτουρισμός είναι ένα κίνημα στις δημιουργικές τέχνες που δείχνει την επιρροή των απεικονίσεων του μέλλοντος που παρήχθησαν σε μια παλαιότερη εποχή.

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

σύνθεσης, ώστε να προσδιοριστούν οι καλύτερες διακοπές γι' αυτούς. Οι επισκέπτες ανακαλύπτουν ανεπανάληπτα στιγμιότυπα στη Σελήνη, τον Άρη και την Ευρώπη, παίρνοντας στοιχεία από την πλανητική επιστήμη, τη γεωλογία και πολλά άλλα κατά τη διάρκεια της διαδρομής. Έτσι εξετάζουν τις επιπτώσεις της μικροβαρύτητας στο ανθρώπινο σώμα και το μυαλό. Οι διαβουλεύσεις στο γραφείο χρησιμοποιούν χιούμορ και αφηγήσεις που αγγίζουν τα ευρύτερα κοινωνικά και πολιτικά πλαίσια και τα κίνητρα για την επιθυμία της ανθρωπότητας να ταξιδέψει στο διάστημα. Σε αυτή την πρακτική, οι τέχνες -που πραγματώνονται μέσω της αφήγησης, του θεάτρου, του καρναβαλιού και του παιχνιδιού (Bevan et al., 2021) δεν αποτελούν απλώς ένα αγκίστρι ή πόλο έλξης για την προώθηση της επιστημονικής μάθησης, αλλά θεμελιώδες μέρος της παιδαγωγικής εμπειρίας, όπου η ενασχόληση με τις τέχνες και την επιστήμη από κοινού οδηγεί σε νέες αντιλήψεις και για τα δύο πεδία. Η Science Gallery στο Trinity College του Δουβλίνου προσφέρει ένα άλλο παράδειγμα μιας αμοιβαία εργαλειοποιημένης παιδαγωγικής STEAM προσέγγιση. Από την ίδρυσή της το 2008 έχουν πραγματοποιηθεί τουλάχιστον τρεις θεματικές εκθέσεις που αναπτύσσονται κάθε χρόνο. Αυτές οι εκθέσεις συνδυάζουν τις τέχνες και την επιστήμη για να εμπλέξουν τους επισκέπτες σε συζητήσεις γύρω από τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει η κοινωνία (Gascoigne, 2018). Τα θέματα των εκθέσεων έχουν συμπεριλάβει τα "INTIMACY," "STRANGE WEATHER" και "HUMANS NEED NOT APPLY" και συνοδεύονται από ένα πρόγραμμα εκδηλώσεων και εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. Εμπνευσμένος από τα έργα τέχνης, ο κριτικός διάλογος που σχετίζεται με το θέμα υποκινείται με τους επισκέπτες του χώρου της γκαλερί από την ομάδα διαμεσολαβητών της Science Gallery Dublin, μια ομάδα νέων ανθρώπων που μοιράζονται το πάθος για την επικοινωνία των τεχνών και των επιστημών (Enros & Bandelli, 2018). Επιπλέον, το εμβληματικό εκπαιδευτικό πρόγραμμα που ονομάζεται OPEN MIND Studio, αποτελείται από εντατικά μαθήματα διάρκειας 5 ημερών για νέους 15 έως 16 ετών, τα οποία διευκολύνονται στους χώρους της Science Gallery Dublin. Αυτή η ηλικιακή ομάδα έχει παραδοσιακά χαμηλή ενασχόληση με τους πολιτιστικούς θεσμούς, ειδικά για τους νέους που ζουν σε κοινωνικοοικονομικά μειονεκτούσες περιοχές.

Το OPEN MIND Studio προσφέρει στους νέους την ευκαιρία να εντρυφήσουν σε δραστηριότητες STEAM εκτός σχολικής τάξης - ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ένα εργαστήριο μαστορέματος στο οποίο οι συμμετέχοντες μαθαίνουν να δημιουργούν κυκλώματα και να χρησιμοποιούν μικροεπεξεργαστές για τον έλεγχο των λαμπτήρων LED και άλλων εξαρτημάτων. Χρησιμοποιούν αυτά τα κυκλώματα μαζί με παραδοσιακές κατασκευές από χαρτί για να φωτίσουν ένα μικρό διάγραμμα. Οι μαθητές πρέπει να κατασκευάσουν ο καθένας το δικό του διοράμα να αφηγείται μια γραμμή μιας ιστορίας, επιλεγμένης από την παράδοση της ιρλανδικής λαογραφίας και μυθολογίας. Αυτή η δραστηριότητα ενσωματώνει στοιχεία που είναι συχνά παρόντα στα επίσημα προγράμματα σπουδών της επιστήμης και της μηχανικής, καθώς και διαστάσεις της άτυπης επιστημονικής μάθησης, συμπεριλαμβανομένων των ευκαιριών να δημιουργηθεί ενδιαφέρον για τα φυσικά φαινόμενα, να συμμετάσχουν σε μαθησιακές πρακτικές με άλλους, και να οικοδομήσουν επιστημονική ταυτότητα (National Research Council (U.S.), 2012). Ένα παράδειγμα για το πώς τόσο τα πεδία STEM όσο και οι τέχνες μπορούν να είναι εξίσου στο παιχνίδι είναι όταν μια έκθεση τέχνης στην γκαλερί στο χώρο χρησιμοποιείται επίσης για τη συλλογή ή την τελειοποίηση δεδομένων ώστε να συμβάλει στη δημιουργία νέων επιστημονικών αποτελεσμάτων προς δημοσίευση. Η SocioPatterns ήταν ένα βιωματικό έκθεμα στο πλαίσιο της έκθεσης INFECTIOUS: STAY AWAY στην Science Gallery του Δουβλίνου το 2009. Οι επισκέπτες φορούσαν ηλεκτρονικές κονκάρδες καθώς μετακινούνταν στον εκθεσιακό χώρο και μια πλατφόρμα ανίχνευσης εντόπιζε τις πιο κοντινές σε εγγύτητα μεταξύ των ατόμων. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία οπτικοποιήσεων υψηλής ανάλυσης μιας εικονικής επιδημίας (Van Den Broeck et al., 2012).

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Η Science Gallery του Δουβλίνου φέρνει επίσης αυτή την αμοιβαία εργαλειοποιημένη παιδαγωγική STEAM προσέγγιση στον προγραμματισμό εκδηλώσεων εκτός του χώρου της γκαλερί, όπως επιστημονικές εκθέσεις και φεστιβάλ (Roche et al., 2016) και μέσω της συμμετοχής της σε ερευνητικά έργα αι σε διεθνή δίκτυα. Αυτή η προσέγγιση STEAM διασφαλίζει ότι όποιος συμμετέχει σε εκδηλώσεις, δραστηριότητες ή εκθέσεις στην Science Gallery Dublin καλείται "να εξερευνήσει ευρύτερα θέματα μέσα από τον φακό της τέχνης και της επιστήμης με τρόπους που μπορεί να είναι πνευματώδεις, έξυπνοι, ακόμη και ανατρεπτικοί, αλλά ποτέ παραδοσιακοί" (Mejias et al., 2021).

Άλλες προσπάθειες έχουν πρωτοπορήσει σε διεπιστημονικές προσεγγίσεις για την ισότητα μέσω της ενσωμάτωσης των STEM, των τεχνών και την εμπλοκή της κοινότητας με γνώμονα τη δικαιοσύνη. Για παράδειγμα, το YR Media στο Όκλαντ της Καλιφόρνια είναι ένα εθνικό δίκτυο για την επόμενη γενιά ειδήσεων και τεχνών όπου νέοι άνθρωποι των οποίων οι ιστορίες υποεκπροσωπούνται και παραποιούνται στο δημόσιο διάλογο παράγουν μέσα ενημέρωσης που ξεκλειδώνουν ευκαιρίες για τους δημιουργούς και μετατοπίζουν τις εθνικές συζητήσεις για τις πιεστικά κοινωνικά ζητήματα της εποχής μας. Το 2010, μια ομάδα στο πλαίσιο της YR Media δημιούργησε ένα τμήμα της αίθουσας σύνταξης ειδήσεων όπου, μαζί με επαγγελματίες σχεδιαστές και προγραμματιστές, οι νέοι συνδυάζουν τη δημοσιογραφία, το σχεδιασμό, τα δεδομένα και την επιστήμη των υπολογιστών. Τα προϊόντα της ομάδας Interactive φτάνουν στο κοινό μέσω της ανεξάρτητης πλατφόρμας της YR Media, των παλαιών συνεργατών μέσων ενημέρωσης συμπεριλαμβανομένου του Εθνικού Δημόσιου Ραδιοφώνου (NPR), δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, συμπεριλαμβανομένων των καταστημάτων App της Apple και Play της Google, και κοινωνικά μέσα ενημέρωσης, μέσω των οποίων οι νέοι εμπλέκονται με τους συνομηλικούς τους, τους υποστηρικτές, τους διανοητές και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής. Στο 2019, η ομάδα Interactive συνεργάστηκε με το MIT App Inventor για να ξεκινήσει μια τριετή πρωτοβουλία που λαμβάνει μια ηθική προσέγγιση με βάση την ισότητα για την "έξυπνη" αντιμετώπιση της τεχνητής νοημοσύνης (AI). Μεταξύ της ευρείας γκάμας κρίσιμων επιμορφωτικών προγραμμάτων και έργων παραγωγής μέσων ενημέρωσης που υποστηρίζονται από αυτή την πρωτοβουλία είναι το διαδικτυακό διαδραστικό έργο Erase Your Face, μια κριτική διερεύνηση του λογισμικού αναγνώρισης προσώπου, μιας τεχνολογίας που είναι ολοένα και περισσότερο πανταχού παρούσα τόσο στη φυσική όσο και στην ψηφιακή ζωή.

Το Erase Your Face είναι παιχνιδιάρικο αλλά ταυτόχρονα απόλυτα σοβαρό. Για να το δημιουργήσουν, οι νέοι έπρεπε πρώτα να βυθιστούν σε έννοιες, συζητήσεις και μοντέλα που σχετίζονται με την τεχνητή νοημοσύνη, εξερευνώντας πώς λειτουργεί η αναγνώριση προσώπου και τα προβλήματα με την ανάπτυξή της σε διάφορα πλαίσια που κυμαίνονται από την επιβολή του νόμου έως τους συναυλιακούς χώρους. Στη συνέχεια, η ομάδα σχεδίασε ένα διαδικτυακή διαδραστική εφαρμογή που καλεί τους χρήστες να πειραματιστούν με διάφορους τρόπους για να αποφύγουν την αναγνώριση προσώπου σύροντας και αφήνοντας φίλτρα, αξεσουάρ, μόδα και στυλ μακιγιάζ πάνω σε ένα πρόσωπο της επιλογής τους. Σημαντικό είναι ότι οι νέοι άνθρωποι φαντάστηκαν, σχεδίασαν και κωδικοποίησαν κάθε πτυχή της διαδραστικής εφαρμογής. Ασκούσαν κρίσιμο υπολογιστικό εγγραμματισμό (Lee, 2017) που απαιτείται για να κατανοήσουν τις επιπτώσεις των δικών τους επιλογών - για παράδειγμα, αν καλούν τους χρήστες να ανεβάσουν φωτογραφίες των δικών τους προσώπων στη διαδραστική εφαρμογή, κινδυνεύουν να συμβάλουν στα ίδια τα προβλήματα που σχετίζονται με επιτήρηση και τη "διαρροή" προσωπικών δεδομένων που το έργο στοχεύει να επικρίνει;

Οι παραγωγοί του Erase Your Face εξέτασαν επίσης τις αποφάσεις σχεδιασμού τους για να βελτιστοποιήσουν μια διαισθητική εμπειρία χρήστη που είναι τόσο οπτικά συναρπαστική όσο και ευθυγραμμισμένη με τις ψηφιακές αισθητικές ευαισθησίες των συνομηλικών τους. Σε ένα σημείο κατά τη διάρκεια της δημιουργίας του έργου, οι νέοι έπαιξαν με αναλογικές

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

εκδοχές αυτού που κάνει η εφαρμογή ψηφιακά, τοποθετώντας πολύχρωμες μάσκες ταινία, αποκόμματα από χαρτί κατασκευών και αστραφτερά αυτοκόλλητα στα πραγματικά τους πρόσωπα. Πόζαραν για selfies και στη συνέχεια έτρεξαν αυτά τα αρχεία μέσω του λογισμικού Amazon Rekognition για να ελέγξουν την ανιχνευσιμότητα. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, αντανακλούν κριτικά την τεχνητή νοημοσύνη ως τρόπο γνώσης - τις απολαύσεις, τις δυνατότητες, τα όρια και τις δυνατότητες πρόκλησης βλάβης. Μέσω της ευρείας διανομής του Erase Your Face, ο στόχος του έργου είναι να διαφοροποιήσει και να διευρύνει συμμετοχή σε αυτούς τους ίδιους τύπους κρίσιμων κριτικών προβληματισμών στη διασταύρωση της τεχνολογίας, των τεχνών και της ισότητας.

Ίσως το πιο σημαντικό, αυτή η οπτική προσφέρει τη δυνατότητα να συνδέσει αμοιβαία εργαλειακές, βαθιά διεπιστημονικές πρακτικές με τα μαθησιακά αποτελέσματα, επιτρέποντας μια μορφή STEAM που ενδιαφέρεται πρωτίστως για τη διερεύνηση επιστημονικής σύνδεσης και ενσωμάτωσης, με σκοπό την ανάδειξη μιας πιο πλούσιας παιδαγωγικά διαδικασίας και αποτελέσματος. Αυτή η ρητορική ενθαρρύνει διαθέσεις που συνδέουν, αντί να απομονώνουν, επιστημικές πρακτικές που διαπερνούν τους διαφορετικούς κλάδους του STEAM, και οι οποίες μπορούν δυνητικά να οδηγήσουν σε κοινωνικά αποτελέσματα που υπερβαίνουν την οικοδόμηση ατομικών γνώσεων για τις τέχνες και τα πεδία STEM. Αυτή η σύνδεση γίνεται πλουσιότερη μέσω της εστίασης σε αυτό που οι διαφορετικοί επιστημονικοί κλάδοι μοιράζονται και μπορούν να επιτύχουν μέσω της συνεργασίας, και πώς συμπληρώνουν ή υποστηρίζουν η μία την άλλη. Ως εκ τούτου, οι (Mejias et al., 2021) διαπιστώνουν ότι είναι η πιο ευνοϊκή προσέγγιση για τη δημιουργία και την ενσωμάτωση ουσιαστικών επιστημικών πρακτικών στο STEAM, και ενθαρρύνει τα είδη των συμπεριφορών και της σκέψης "χάκινγκ" που επαναπροσδιορίζουν αμοιβαία τις τέχνες και τη μάθηση STEM σε στην υπηρεσία βαθύτερων μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Στο επίκεντρο αυτών των προσεγγίσεων STEAM και ισότητας, άλλοτε ρητά και άλλοτε όχι, βρίσκεται μια "πρακτική στροφή" που τοποθετεί τις μαθησιακές δραστηριότητες ως εμπλοκή στις επιστημικές πρακτικές των επιστημονικών κλάδων για την επίτευξη συγκεκριμένων, εντοπισμένων διεπιστημονικών σκοπών - όπως η συμμετοχή σε έρευνες για την καλύτερη κατανόηση της κοινωνικής ανισότητας όχι μόνο ως θέμα επιστήμης, αλλά και ως κοινωνικοοικονομικό, ιστορικό και πολιτικό ζήτημα που απαιτεί δράση. Αυτό το όραμα του STEAM εδράζεται στον κοινωνικό σκοπό και τη δημιουργία νοήματος, χρησιμοποιώντας τις επιστημονικές πρακτικές ως το μέσο για την αντιμετώπιση ερωτημάτων και την προώθηση της δράσης. Το έργο των σύγχρονων επιστημόνων της Εκπαίδευσης που αναπτύσσει ένα πλαίσιο για τις τέχνες και το STEM θα οραματιζόταν επομένως το STEAM ως μια πρακτική που πρέπει να είναι θεμελιωδώς διεπιστημονική και δυνητικά παραγωγική για ουσιαστική κοινωνική αλλαγή.

3.4 Αιτιολόγηση της τυπολογίας που χρησιμοποιείται για την έρευνα

Η μια τυπολογία που χρησιμοποιήσαμε στη συγκεκριμένη εργασία και αφορά τη διαθεματικότητα στο STEAM εντάσσεται στο επιστημονικό πλαίσιο Bevan et al. (2019) και εξετάζεται στο πλαίσιο των διεπιστημονικών τεχνών και της επιστήμης, έτσι όπως ενσωματώνονται σε προγράμματα εκτός σχολείου για τους νέους. Το συγκεκριμένο πλαίσιο βασίζεται στις επιστημονικές πρακτικές που εξηγούνται στο πλαίσιο K-12 για την επιστημονική εκπαίδευση (NRC, 2012) και στο πλαίσιο της τέχνης του Kafai και του Perpler (2011). Διερευνάται επίσης αν οι πρακτικές που ασχολούνται με τέτοια προγράμματα είναι ξεχωριστές για ο στέλεχος ή τις τέχνες και αν λαμβάνουν υβριδική μορφή, έτσι όπως αποτυπώνεται στην κεντρική στήλη του πίνακα 3.

Στο μοντέλο αυτό χρησιμοποιείται η πρακτική hacking, δηλαδή η σκόπιμη οικειοποίηση και επαναχρησιμοποίηση των υπαρχόντων εργαλείων και της γνώσης. Εδώ χρησιμοποιείται ως ένας τύπος πρακτικής «κριτικής» που υπάρχει ανάμεσα στα πεδία STEM και στις τέχνες

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

αξιοποιώντας επιστημικές πρακτικές από κάθε πεδίο σε μια νέα υβριδική μορφή. Η εκτενής περιγραφή της τυπολογίας έχει πραγματοποιηθεί στο κεφάλαιο 3.4 και παρακάτω αποδίδονται οι έννοιες που περιγράφονται από τους συγγραφείς της στα αντίστοιχα πεδία και κατ'αντιστοιχία:

Πίνακας 6. Επιστημικές πρακτικές στο STEAM (Bevan et al., 2019, μετάφραση/απόδοση)

	Πρακτικές STEM	Ευκαζόμενες πρακτικές STEAM	Πρακτικές Τέχνης
Εξερεύνηση/ Διερεύνηση	Θέτοντας ερωτήσεις/καθορίζοντας προβλήματα	Παρατήρηση και αμφισβήτηση	Βαθιά παρατήρηση
	Σχεδιασμός και διενέργεια ερευνών	Εξερευνώντας την υλικότητα ³⁰	Αποδόμηση συστατικών στοιχείων και των αντίστοιχων σημασιών τους
Δημιουργία νοήματος	Χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης ³¹	Καθορισμός του χώρου του προβλήμ	
	Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων	Παραγωγή δοκιμαστικών αναπαραστάσεων	Εφαρμογή καλλιτεχνικών αρχών για την ενίσχυση του νοήματος
	Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων	Διενέργεια επαναλήψεων/αναθεωρήσεων βάσει αρχών	Σχεδιασμός αλληλεπιδράσεων εντός και μεταξύ πολλαπλών συστημάτων σημείων
	Κατασκευή επεξηγήσεων/σχεδιασμός λύσεων	Συμμετοχή πολλαπλών τρόπων	Αναφορά ή συνδυασμός υφιστάμενων έργων και ιδεών
Κριτική		Εύρεση συνάφειας	
	Επιχειρηματολογία από στοιχεία/αξιολόγηση από ομότιμους	Κρίσιμη ιστορικότητα; «χακάροντας ³² » τις ιδέες των άλλων	Κριτική ιστορικότητα; τη διαπραγμάτευση του τι συνιστά ένα «καλό» έργο
	Αξιολόγηση και κοινοποίηση ευρημάτων	Καλλιέργεια διαφωνίας	Δεδομένου ενός συγκεκριμένου καλλιτεχνικού στόχου, αξιολόγηση του πόσο επιτυχώς έχει επιτευχθεί αυτός ο στόχος
		Τήρηση δεσμεύσεων στα πρότυπα του χώρου	
		Κοινή χρήση αποτελεσμάτων/"Κοινό"	

³⁰ αναφέρεται στη διαδικασία έρευνας και κατανόησης των φυσικών ή υλικών πτυχών των αντικειμένων. Περιλαμβάνει την εξέταση των χαρακτηριστικών, των ιδιοτήτων, και των δυνητικών χρήσεων. Είναι ουσιώδης για τη λήψη καινοτόμων και ενημερωμένων αποφάσεων σχετικά με την επιλογή και την εφαρμογή υλικών σε ένα έργο.

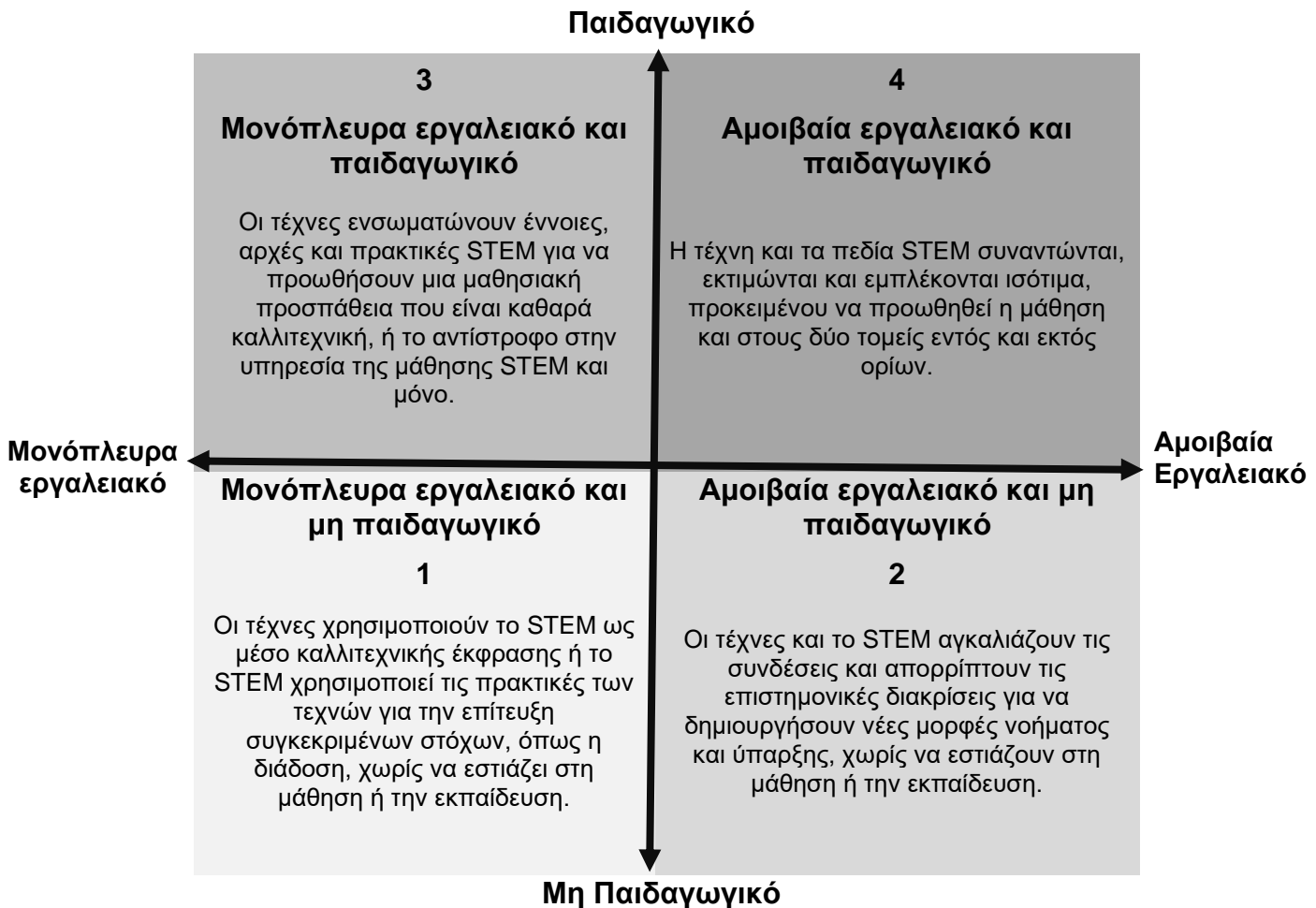
³¹ Η υπολογιστική σκέψη αναφέρεται στη διαδικασία σκέψης που επικεντρώνεται στην ανάπτυξη λύσεων για προβλήματα μέσω της χρήσης υπολογιστικών μεθόδων και αλγορίθμων.

³² Ανακάλυψη και εκμετάλλευση αδυναμιών σε ένα σύστημα πληροφορικής ή σε μια δικτυακή υποδομή.

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Η άλλη τυπολογία που χρησιμοποιήσαμε είναι η παρακάτω (τα επιμέρους τεταρτημόρια του παρακάτω πίνακα περιγράφονται εκτενώς στο κεφάλαιο 3.5):

Πίνακας 7: Εργαλειακές και Παιδαγωγικές προσεγγίσεις στο STEAM (Bevan et al., 2021, μετάφραση/απόδοση)



ια τους σκοπούς της κατανόησης του STEAM ως εκπαιδευτικής πρακτικής, διερευνούμε διαφορετικές προσεγγίσεις όπου η έρευνα και η πρακτική έχουν τοποθετήσει τις τέχνες σε σχέση με τα πεδία STEM σε δύο άξονες: την οργανική και την παιδαγωγική δύναμη. Στον ενόργανο άξονα, διερευνούμε μονόπλευρες και αμοιβαία εργαλειακές προσεγγίσεις μαζί με παιδαγωγικές και μη παιδαγωγικές διαστάσεις. Η εξέταση αυτών των τοποθετήσεων των τεχνών και των πεδίων STEM μπορεί ενδεχομένως να οδηγήσει σε μια πιο συνεκτική κατανόηση των τάσεων σχετικά με το STEAM.

Η εστίασή μας στην ανάλυση του STEAM από την άποψη της παιδαγωγικής βασίζεται στην προέλευση του όρου στον τομέα της εκπαιδευτικής έρευνας και πρακτικής. Ωστόσο, οι επαγγελματίες των τεχνών και οι συνεργασίες STEM χρησιμοποιούν μερικές φορές το STEAM για να προσελκύσουν ενδιαφέρον για τα έργα τους ή να ευθυγραμμιστούν με παρόμοιες κοινότητες πρακτικής, θολώνοντας τα όρια του τρόπου με τον οποίο το STEAM

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

μπορεί να θεωρηθεί ως ξεχωριστό πεδίο παιδαγωγικής. Ο στόχος μας στην ανάλυση της επικράτησης των παιδαγωγικών προοπτικών σε διάφορες μορφές STEAM είναι να προσδιορίσουμε τη ρητή επίκληση και χρήση διεπιστημονικών και διεπιστημονικών προσεγγίσεων ως τρόπο προαγωγής της εκπαίδευσης και της μάθησης. Είναι πέρα από το πεδίο εφαρμογής μας να εξετάσουμε τους διάφορους τύπους παιδαγωγικών που εμφανίζονται στις πρακτικές STEAM (είτε θεωρούνται είτε αναγνωρίζονται ως τέτοιες), ενώ οι τέχνες και οι πρακτικές πεδίου STEM παρέχουν σαφείς ευκαιρίες μάθησης που θα μπορούσαν να συνιστούν άτυπη παιδαγωγική. Όπως και με την αντίληψή μας για το πώς οι εργαλειακές προσεγγίσεις θα μπορούσαν να διαμορφώσουν τους ορισμούς του STEAM, επιλέξαμε να επικεντρωθούμε επίσης στις περιπτώσεις του STEAM όπου υπάρχει σαφής παιδαγωγική πρόθεση, συνεργασία και αποτέλεσμα.

Το STEAM ως πρωταρχικά παιδαγωγικό πλαίσιο περιλαμβάνει συχνά ρητά εκπαιδευτικά πλαίσια ή πρακτικές όπου ένας κλάδος ή σύνολο κλάδων θεωρείται ότι είναι ο πυρήνας της μαθησιακής εμπειρίας ή προσδιορίζεται ως το κύριο/μόνο αντικείμενο (πρόθεση) και «χρησιμοποιεί» έναν άλλο κλάδο (φύση του συνεργασία) για την επίτευξη των στόχων της (αποτέλεσμα). Ωστόσο, πολλές πρακτικές του STEAM είναι μη παιδαγωγικές, δηλαδή είναι παρούσες στη λαϊκή κουλτούρα, στις σύγχρονες τέχνες ή στους τομείς STEM. Σε αυτές τις περιπτώσεις του STEAM, είναι δυνατό να παρατηρηθούν διακριτές στρατηγικές χρήσης των τεχνών για την εξυπηρέτηση των στόχων των πεδίων STEM και αντίστροφα. Περιλαμβάνουμε τέτοιες προσεγγίσεις εδώ για δύο λόγους: πρώτον, επειδή ορισμένες συζητήσεις για το STEAM αποτυγχάνουν να διακρίνουν πρωτίστως το STEM ή τις καλλιτεχνικές πρακτικές από τις εκπαιδευτικές πρακτικές. Δεύτερον, γιατί οι τρόποι με τους οποίους οι τέχνες και το STEM ενσωματώνονται στην επαγγελματική δραστηριότητα ή στη λαϊκή κουλτούρα μπορεί να ρίξουν φως σε ζητήματα εκπαίδευσης και παιδαγωγικής.

Σημαντικές προσπάθειες στην ακαδημαϊκή βιβλιογραφία έχουν σκιαγραφήσει παιδαγωγικά ή/και εννοιολογικά μοντέλα για το πώς οι ολοκληρωμένες τέχνες και τα πεδία STEM μπορούν να υπερβούν τις τάσεις προς τον μονόπλευρο εργαλειοδότη. Το μοντέλο STEAM του Yakman (2008) τονίζει την ενοποιητική φύση των κλάδων και ορίζει το ως «Επιστήμη και Τεχνολογία, που ερμηνεύονται μέσω της Μηχανικής και των Τεχνών, όλα βασισμένα σε μια γλώσσα των Μαθηματικών». Αυτή η επιλεκτικότητα σχετικά με το ποιοι κλάδοι εκτελούν ερμηνευτική εργασία και οι οποίοι παρέχουν θεμέλια λόγου ή γλώσσας έχει επικριθεί επειδή έκλεισε τις δυνατότητες έρευνας σε όλους τους κλάδους (Quigley et al., 2017) και δεν ενθαρρύνει μια βαθύτερη ή πιο συστηματική κατανόηση του τρόπου με τον οποίο κάθε κλάδος αλληλεπιδρά με το οι υπολοίποι. Αντίθετα, οι Quigley et al. (2017) σκιαγραφούν ένα εννοιολογικό μοντέλο για τη διδασκαλία του STEAM που βασίζεται στην έννοια της διεπιστημονικής έρευνας σε όλο το εκπαιδευτικό περιεχόμενο και το μαθησιακό πλαίσιο. Το περιεχόμενο περιλαμβάνει παράδοση βάσει προβλημάτων, ενσωμάτωση πειθαρχίας και δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, ενώ το μαθησιακό πλαίσιο περιλαμβάνει διδακτικές προσεγγίσεις, πρακτικές αξιολόγησης και στρατηγικές μάθησης δίκαιης συμμετοχής. Μέσω της εστίασής της στις δεξιότητες παράδοσης και επίλυσης προβλημάτων βάσει προβλημάτων, αυτή η προσέγγιση αρχίζει να εξετάζει και να διατυπώνει τον τρόπο με τον οποίο μοιράζονται και εκφράζονται οι επιστημολογίες εντός και μεταξύ των επιστημών. Τέλος, το άρθρο στο οποίο περιγράφεται η παραπάνω τυπολογία έχει ικανό αριθμό ετεροαναφορών στα πιο γνωστά αποθετήρια και πλατφόρμες επιστημονικών άρθρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

4.1 Αιτιολόγηση-σκοπός της έρευνας

Όταν ένας εκπαιδευτικός υιοθετεί μια καινοτόμο παιδαγωγική ή χρησιμοποιεί πρωτοποριακές μεθόδους διδασκαλίας, μπορεί να δημιουργήσει μια ανισορροπία στο κοινωνικό σύστημα του εκπαιδευτικού χώρου, επιτρέποντας τη μεταστροφή της θέσης του. Η έννοια της "θέσης" αποκτά κρισιμότητα για τους εκπαιδευτικούς (Zadok, 2019). Με τον όρο "θέση" εννοούμε τον προσανατολισμό του ρόλου του εκπαιδευτικού με βάση τις σύγχρονες διδακτικές πρακτικές, καθιστώντας τον διευκολυντή, υποστηρικτή και συν-μαθητή. Σε περιβάλλοντα Έρευνας και Ανάπτυξης γίνονται ενεργοποιητές της διαδικασίας, και αυτό απαιτεί πρώτα από τους ίδιους να παραμένουν ενεργοί (Alimisis, 2019).

Βέβαια, από μια άλλη σκοπιά, ο εκπαιδευτικός μπορεί να αναλαμβάνει τον ρόλο του καθοδηγητή και υποστηρικτή, ενώ παράλληλα πρέπει να είναι έτοιμος να παρέμβει καίρια όταν χρειαστεί. Αντί να παρέχει απαντήσεις, προσφέρει μικρά, αλλά καθοριστικά βοηθήματα ώστε να μη διακόπτεται η ροή της διαδικασίας (Alimisis, 2019).

Η αυτοαντίληψη και η εικόνα που έχουν οι εκπαιδευτικοί για τους ίδιους πηγάζουν από την αλληλεξάρτησή τους με άλλους, αντικείμενα και περιβάλλοντα. Είναι αναγκαίο να απορρίψουν τον ρόλο του κατόχου γνώσης και να υποδεχτούν την έκπληξη κατά την αντιμετώπιση προκλήσεων, καθώς και να αντιληφθούν ότι μαθαίνουν ενώ συμμετέχουν στη διαδικασία μάθησης. Αυτό υπογραμμίζει τη σημασία της δημιουργίας ενός ανοικτού κλίματος για την αλληλεπίδραση με τους μαθητές και για το να τίθενται ερωτήματα που προάγουν το ηθος της μάθησης.

Όταν ένας καθηγητής ακολουθεί νέες μεθόδους διδασκαλίας, οι συνάδελφοί του αλλά και οι μαθητές δεν ξέρουν πάντα πώς να αντιμετωπίσουν μια τέτοια αλλαγή. Υποστηρίζεται (Hargreaves, 1993) ότι οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί δεν ερμηνεύουν τις νέες μεθόδους ως πρόκληση, αλλά μάλλον ως πηγή σύγχυσης. Η υιοθέτηση μιας νέας μεθόδου διδασκαλίας απαιτεί από τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές να μάθουν πώς να μελετούν σύμφωνα με τις νέες συνθήκες, μια διαδικασία που απαιτεί κάποιες φορές να εγκαταλείψουν και να επιστρέψουν στις υπάρχουσες και παραδοσιακές μεθόδους. Εξάλλου, ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει τον ρόλο του μελετητή και καθοδηγητή, ενώ παράλληλα πρέπει να είναι έτοιμος να παρέμβει καίρια όταν χρειαστεί, προσφέροντας μικρά, αλλά καθοριστικά βοηθήματα ώστε να μη διακόπτεται η ροή της διαδικασίας μάθησης (Jackson et al., 2019).

Με το παραπάνω πλαίσιο ως αφορμή και κίνητρο, η έρευνα διεξάγει μια εσωτερική ανασκόπηση στις πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών σχετικά με το τι αποτελεί μια επιτυχημένη διεπιστημονική διδασκαλία. Η εκκίνηση της έρευνας επικεντρώνεται στις πρακτικές που αφορούν τόσο τον σχεδιασμό όσο και την υλοποίηση ενός σύνθετου διεπιστημονικού έργου που περιλαμβάνει την Εκπαιδευτική Ρομποτική. Στη συνέχεια, η μελέτη επεκτείνεται για να εξετάσει την αναστοχαστική ικανότητα των εκπαιδευτικών μέσα από διαλόγους με συναδέλφους και τους ίδιους τους μαθητές.

Μέσω αυτής της προσέγγισης, προσφέρεται η δυνατότητα για μια ολοκληρωμένη κατανόηση της εμπειρίας των εκπαιδευτικών κατά την υλοποίηση τέτοιων δραστηριοτήτων, καθώς και των προτάσεών τους για τον ανασχεδιασμό τους. Συγκεκριμένα, η ενσωμάτωση της τέχνης εκφράζεται μέσω του Θεάτρου και του Θεάτρου σκιών, προσφέροντας ένα δημιουργικό πλαίσιο για την ανάπτυξη διαθεματικών προσεγγίσεων στη μάθηση. Η επιλογή αυτή συντελεί στη διαμόρφωση ενός περιβάλλοντος που προάγει τη διαλειτουργικότητα των γνώσεων και τη δημιουργική συνεργασία μεταξύ των μαθητών και των εκπαιδευτικών.

Αντικείμενο προς διερεύνηση αποτελεί η σύγκλιση ή απόκλιση πάνω στους προαναφερθέντες άξονες μεταξύ δύο ομάδων εκπαιδευτικών εκ των οποίων η μία

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

εργάστηκε με βάση τη μεθοδολογία του FERTILE (βλ **2.1.4**) για να διεκπεραιώσει το έργο της ενώ η άλλη δεν εργάστηκε με βάση κάποιο πρωτόκολλο.

4.2 Είδος της έρευνας και η επιλογή του

4.2.1 Γιατί ποιοτική ανάλυση

Η ερώτηση «Πώς και τί μπορούμε να γνωρίζουμε» μας ενεργοποιεί στο να σκεφτούμε τη φύση της γνώσης καθαυτής, το σκοπό, την εγκυρότητα και αξιοπιστία όσων επιχειρηματολογούμε με μόνο σκοπό την απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων που έχουμε θέσει. Σε αυτή τη βάση, αρχικά πρέπει να είμαστε ξεκάθαροι για τους στόχους μας και να έχουμε μια αίσθηση για το τι είναι πιθανό να καταγράψουμε, δηλαδή να λάβουμε μια Επιστημολογική Θέση.

Στην περίπτωση της δεδομένης έρευνας, ο ερευνητής αποκτά γλωσσική αντίληψη η οποία είναι η βάση για την απόκτηση της γνώσης η οποία προχωρά μέσω της συστηματικής συλλογής και ταξινόμησης των παρατηρήσεων. Όσο περισσότερο γνωρίζουμε για ένα φαινόμενο, τόσο περισσότερες λεπτομέρειες αντιλαμβανόμαστε όταν το παρατηρούμε. Η αντίληψη είναι αναπόφευκτα επιλεκτική και οι άνθρωποι μπορούν να εκπαιδευτούν στο να παρατηρούν το ίδιο φαινόμενο με διαφορετικές οπτικές ανάλογα με το σκοπό της παρατήρησης. Η απόκτηση γνώσης σύμφωνα με τους εμπειριστές εξαρτάται από τη συλλογή και την ανάλυση των δεδομένων, η αμιγώς θεωρητική εργασία δε μπορεί να μας μετακινήσει πιο κοντά στην αλήθεια (Willig, 2013). Συμπληρωματικά και όταν μιλάμε για περιβάλλον σχολικής τάξης, ο Κοινωνικός Κονστрукτιβισμός εφιστά την προσοχή στο γεγονός ότι οι ανθρώπινες εμπειρίες, συμπεριλαμβανόμενης της αντίληψης, διαμεσολαβούνται ιστορικά, πολιτισμικά και γλωσσικά. Δηλαδή αυτό που αντιλαμβανόμαστε και βιώνουμε δεν είναι ποτέ άμεση αντανάκλαση των περιβαλλοντικών συνθηκών αλλά πρέπει να κατανοηθεί ως μια συγκεκριμένη ανάγνωση τους (Willig, 2013). Αυτή η προοπτική υποδηλώνει ότι δεν υφίσταται «γνώση», παρά μόνο «γνώσεις». Η γλώσσα είναι μια σημαντική πτυχή της κοινωνικά κατασκευασμένης γνώσης. Η έρευνα από αυτή την προοπτική ασχολείται με τον εντοπισμό των διαφόρων τρόπων κατασκευής της κοινωνικής πραγματικότητας της σχολικής τάξης και διερευνά τις επιπτώσεις της στην ανθρώπινη εμπειρία και την κοινωνική πρακτική. Συμπερασματικά, τα υποκείμενα ως μέλη ενός κοινωνικού συνόλου με ευμετάβολες δυναμικές, κατασκευάζουν την πραγματικότητα τους και όχι απλώς την αντανακλούν.

Έχοντας λάβει αυτή την επιστημολογική θέση, οι ποιοτικές μέθοδοι είναι αυτές που θα δώσουν απαντήσεις για την εμπειρία, το νόημα και την προοπτική του συμμετέχοντα. Τα δεδομένα που αναμένεται να συλλέξουμε αφορούν το πως βιώνει ο εκπαιδευτικός τη διαδικασία σχεδιασμού και υλοποίησης δραστηριοτήτων. «Πως είναι» γι' αυτούς, πως αντιμετωπίζουν συγκεκριμένα ζητήματα που προκύπτουν και πως διαχειρίζονται τις κοινωνικές τους σχέσεις και ιεραρχία στο περιβάλλον της σχολικής τάξης. Οι ποιοτικοί ερευνητές τείνουν να απασχολούνται με την ποιότητα, την υφή και το βάθος της εμπειρίας, δε λειτουργούν με προδιαγεγραμμένες μεταβλητές τις οποίες προϋπάρχουν της έρευνας, αφού ο σκοπός της ποιοτικής έρευνας είναι να περιγράψει και πιθανώς να εξηγήσει γεγονότα και εμπειρίες αλλά ποτέ να προβλέψει (Willig, 2013). Μελετούν υποκείμενα στο φυσικό τους χώρο με γεγονότα τα οποία συμβαίνουν φυσιολογικά, δηλαδή μελετούν «ανοικτά συστήματα» όπου οι συνθήκες συνεχώς εξελίσσονται και οι αλληλεπιδράσεις με τον κοινωνικό τους περίγυρο δημιουργούν μια πραγματικότητα συνεχώς εξελισσόμενη. Η αντίληψη τόσο των υποκειμένων αλλά και η παρατήρηση του ερευνητή ακριβώς αυτής της δυναμικής κατάστασης είναι που παράγει τα ερευνητικά δεδομένα (Mason, 2017).

4.2.2 Μεθοδολογία ποιοτικής ανάλυσης

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Η μεθοδολογία της ποιοτικής ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκε είναι η ανάλυση περιεχομένου. Πρόκειται για συστηματική και αντικειμενική ανάλυση χαρακτηριστικών που προκύπτουν μέσα από τις επιλεγμένες μονάδες ανάλυσης. Είναι ένα ευέλικτο εργαλείο μέτρησης, το οποίο αποτυπώνει τις κοινωνικές τάσεις και τον τρόπο με τον οποίο απεικονίζονται συγκεκριμένα θέματα. Ο στόχος της ανάλυσης περιεχομένου είναι ο εντοπισμός θεμάτων και μοτίβων πάνω σε ένα συγκεκριμένο θέμα καθώς και η αποκρυπτογράφηση μηνυμάτων που εμπεριέχονται σε αυτά. Το ζητούμενο είναι εντοπιστούν τα μετρήσιμα δεδομένα που μπορούν να συνοψισθούν και εν τέλει να συγκριθούν μεταξύ τους προκειμένου να εξαχθούν γενικεύσιμα συμπεράσματα.

Με την ανάλυση περιεχομένου, οι ερευνητές αξιοποιούν συγκεκριμένα σχήματα κωδικοποίησης και κατηγορίες προκειμένου να μετρήσουν μια ποικιλία μεταβλητών και να διερευνήσουν τις σχέσεις τους. Με τον τρόπο αυτό οι ερευνητές μπορούν να αποκτήσουν μια ολοκληρωμένη εικόνα για τα δεδομένα που έχουν συλλέξει από την έρευνα χρησιμοποιώντας συστηματικές και αντικειμενικές γνώσεις. Με την ανάλυση περιεχομένου οι βασικές έννοιες και η συχνότητα εμφάνισής τους εντοπίζονται μέσα σε αυστηρές τεχνικές κωδικοποίησης. Η ανάλυση περιεχομένου συνιστά μια παραγωγική συλλογιστική διαδικασία, καθώς οι έννοιες που αναζητά ο ερευνητής βρίσκονται ήδη μέσα στο κείμενό του απ' όπου τις αντλεί (Αλεξανδρή, 2014).

Η ανάλυση περιεχομένου είναι μια τεχνική έρευνας που εμπεριέχει συγκεκριμένες διαδικασίες. Αρχικά, η ανάλυση περιεχομένου αποτελεί μια μέθοδο που μπορεί να είναι ποσοτική αλλά και ποιοτική. Η ποσοτική ανάλυση περιεχομένου είναι χρήσιμη ώστε να ανακαλύπτει τη διάρθρωση σε υλικό το οποίο είναι πολυπληθές. Στην περίπτωση αυτή, που εμπίπτει και αυτή η έρευνα, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συνήθως με τη χρήση περιγραφικής στατιστικής (Willig, 2015). Η ανάλυση με την περιγραφική στατιστική μπορεί να περιλαμβάνει συχνότητες όπως σε τι ποσοστό εμφανίζονται άρθρα για το περιβάλλον σε διαφορετικές εφημερίδες κ.α.. Η βασική αρχή της ποσοτικής ανάλυσης περιεχομένου είναι η δημιουργία ή η ανεύρεση ενός πλαισίου κωδικοποίησης όπου μπορεί να υπαχθεί όλο το υλικό. Οι φάσεις ανάλυσης του υλικού χωρίζονται σε (α) Προανάλυση: Η φάση αυτή στοχεύει στην συγκεκριμενοποίηση των υποθέσεων της έρευνας, στη συγκεκριμενοποίηση των στόχων της αλλά και στην επιλογή του υλικού που θα αναλυθεί. (β) Β. Η φάση της Ανάλυσης ή της Εκμετάλλευσης του Υλικού. Εδώ καθορίζεται το πως θα καταταχθεί το κείμενο, ποια θα είναι τα στοιχεία που θα ληφθούν υπόψη και ο ορισμός των μονάδων καταγραφής. Η μονάδα καταγραφής είναι το τμήμα εκείνο του κειμένου το οποίο θα θεωρηθεί βασική μονάδα του κειμένου και θα μετρηθεί. Μπορεί να είναι η λέξη, μια πρόταση, ένα θέμα, μια παράγραφος, ένα κεντρικό σημείο αναφοράς ή και ολόκληρο κείμενο. Τέλος, (γ) στη φάση των Συμπερασματικών Παρατηρήσεων γίνεται η συστηματική μέτρηση μονάδων του υπό έρευνα υλικού και η διαδικασία αποκαλύπτει και συνοψίζει τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του υπό έρευνα περιεχομένου. Τα συμπεράσματα που συνάγονται από την ανάλυση οροθετούνται από τις κατηγορίες που δημιουργεί ο ερευνητής. Στην ποσοτική ανάλυση περιεχομένου, οι κατηγορίες καθορίζονται πριν τη διερεύνηση, τα δεδομένα αντιπαρατίθενται με τις κατηγορίες και ταξινομούνται αναλόγως.

Η προσέγγιση που χρησιμοποιείται για την ανεύρεση των θεμάτων είναι η παραγωγική συλλογιστική. Στην έρευνα εφαρμόστηκε αυτή η προσέγγιση, βασίζοντας την ανάλυση σε προϋπάρχουσα θεωρία που στην προκειμένη περίπτωση είναι κατεκτημένη ιδρυματική γνώση βλ. Πίνακας 3 (Bevan et al., 2019). Αυτή η "θεωρητική" θεματική ανάλυση τείνει να καθοδηγείται από τις απόψεις του ερευνητή, το θεωρητικό ή αναλυτικό ενδιαφέρον για το τομέα, και συνεπώς είναι πιο ρητά προσανατολισμένη. Αυτή η μορφή θεματικής ανάλυσης τείνει να παρέχει λιγότερο πλούσια περιγραφή των δεδομένων συνολικά και περισσότερο μια λεπτομερή ανάλυση κάποιας πτυχής των δεδομένων (Braun & Clarke, 2006). Η "καίρια

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

σημασία" ενός θέματος εξαρτάται από το "κατά πόσον αποτυπώνει κάτι σημαντικό σε σχέση με τη συνολική έρευνα" (Braun & Clarke, 2006, p. 82).

4.3 Το πλαίσιο της έρευνας και οι συμμετέχοντες

Σε ένα σχεδιασμό έρευνας με ποιοτικά χαρακτηριστικά, η δειγματοληπτική διαδικασία αποτελεί καίρια παράμετρο για την ποιότητα των δεδομένων, αφού το ζητούμενο για τον ερευνητή είναι να έχει πρόσβαση σε περιβάλλον όπου θα παραχθούν πυκνά ευρήματα για την έρευνα του.

Σε έναν ιδανικό κόσμο, μια δραστηριότητα έρευνας θα πρέπει να προσπαθεί να αντιπροσωπεύει τις σκέψεις και τις ιδέες ολόκληρου του πληθυσμού των συμμετεχόντων. Ιδανικά, μια δραστηριότητα διεξάγεται με ένα αντιπροσωπευτικό τυχαίο δείγμα του πληθυσμού, έτσι ώστε τα αποτελέσματα να είναι σε μεγάλο βαθμό προγνωστικά για το σύνολο του πληθυσμού. Αυτός ο τύπος δειγματοληψίας πραγματοποιείται μέσω ακριβών και χρονοβόρων μεθόδων δειγματοληψίας τα οποία δεν ήταν διαθέσιμα για την παρούσα έρευνα.

Συνεπώς, χρησιμοποιήθηκε η μη-πιθανολογική μέθοδος της βολικής δειγματοληψίας ή δειγματοληψίας εγγύτητας. Η δειγματοληψία ευκολίας περιλαμβάνει τη χρήση ερωτηθέντων που είναι "προσβάσιμοι" για τον ερευνητή (Edgar & Manz, 2017). Δεν υπάρχει κανένα απολύτως μοτίβο στην απόκτηση αυτών των ερωτηθέντων - μπορεί να στρατολογηθούν απλώς ρωτώντας ανθρώπους που είναι παρόντες στο δρόμο, σε ένα δημόσιο κτίριο ή σε έναν χώρο εργασίας, για παράδειγμα. Χρησιμοποιείται συχνά στην ποιοτική έρευνα επειδή μπορεί να είναι ένας οικονομικά αποδοτικός και χρονικά αποδοτικός τρόπος συλλογής δεδομένων από άτομα που είναι δύσκολο να προσεγγιστούν ή μπορεί να μην ενδιαφέρονται να συμμετάσχουν στη μελέτη (Baxter et al., 2015).

Σε αυτό το πλαίσιο, οι συμμετέχοντες στην έρευνα είναι δύο ζεύγη εκπαιδευτικών οι οποίοι εργάστηκαν ανά δύο από κοινού για την παραγωγή ενός διεπιστημονικού έργου. Στην παρούσα έρευνα η διαφοροποίηση των συμμετεχόντων ζευγών εκπαιδευτικών έγκειται στο γεγονός ότι η μια (Z1) χρησιμοποιεί μια συγκεκριμένη μεθοδολογία (FERTILE Design Methodology) που παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 4.4 για το σχεδιασμό της, ενώ το έτερο ζεύγος (Z2), όχι. Συνεπώς ο αριθμός των ζευγών για την παρούσα έρευνα έπρεπε να είναι άρτιος και ίσος σε πλήθος αναφορικά με αυτή τη διαφοροποίηση.

Το πρώτο ζεύγος εκπαιδευτικών (Z1), αποτελείται από μια εκπαιδευτικό Πληροφορικής (Z1Π) και ένα Εκπαιδευτικό Θεατρολογίας (Z1Τ) εργαζόμενοι σε σχολείο Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Συγκεκριμένα, στο ([An initial version of the FERTILE design methodology](#), 2023) η λεπτομερής περιγραφή της δράσης βρίσκεται στο υποκεφάλαιο 4.2 "RoboTerrorizing the playground" an Artful ER Project by UniWA (σ.35) όπου παρατίθεται ο σχεδιασμός με βάση τα βήματα της μεθοδολογίας, η στοχοθεσία και η αποτίμηση της διδασκαλίας με βάση τα λεγόμενα των εκπαιδευτικών.

Το δεύτερο ζεύγος εκπαιδευτικών (Z2), αποτελείται επίσης από μια εκπαιδευτικό Πληροφορικής (Z2Π) και μια παιδαγωγό με εμπειρία στο θέατρο σκιών (Z2Τ) εργαζόμενοι σε ένα ιδιωτικό οργανισμό Επιστήμης, Τεχνολογίας, Μηχανικής και Μαθηματικών. Η δράση 2 δε στηρίχθηκε πάνω σε συγκεκριμένη μεθοδολογία παρά μόνο στην εμπειρία των εκπαιδευτικών στα επιμέρους αντικείμενα τους αλλά και σε προηγούμενες προσπάθειες σχεδιασμών παρόμοιων δράσεων. Έλαβε μέρος ως στοιχείο καλοκαιρινού σχολείου ιδιωτικού εκπαιδευτικού οργανισμού που επικεντρώνεται στο σχεδιασμό δράσεων καλλιπαιδικού, τη διδασκαλία Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και την προετοιμασία ομάδων που λαμβάνουν μέρος σε Πανελλήνιους και Παγκόσμιους διαγωνισμούς Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και STEM.

Για να εξεταστεί ο σχεδιασμός με βάση τη διεπιστημονικότητα, έπρεπε να αντικείμενα των μελών που αποτελούν τα ζεύγη (Z1 και Z2) να προέρχονται από διαφορετικούς κλάδους. Συνεπώς, αυτό ήταν και το κριτήριο επιλογής των συγκεκριμένων συμμετεχόντων καθώς πληρούν τις προδιαγραφές που προαναφέρθηκαν.

Το χρονικό πλαίσιο της έρευνας από τη μεριά των εκπαιδευτικών ήταν ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων τους και συνεχής εξέλιξη τους μέχρι την παρουσίαση των έργων κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι του 2023 (Μάιος-Ιούλιος) και η πραγματοποίηση των συνεντεύξεων στο τέλος του Ιουλίου του ίδιου έτους.

4.4 Συλλογή δεδομένων

Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της δομημένης συνέντευξης. Η ανάλυση περιεχομένου λειτουργεί με απομαγνητοφωνήσεις τόσο ημιδομημένων όσο και με δομημένων συνεντεύξεων. Η ημιδομημένη Συνέντευξη χαρακτηρίζεται ως «μια συζήτηση με στόχο» (Kallio et al., 2016). Συνδυάζει προμελετημένες ερωτήσεις οι οποίες εμπλουτίζονται από αχαρτογράφητη εξερεύνηση του ζητήματος που πραγματεύονται. Θεωρείται ιδανική μέθοδος όταν ο συνεντευξιάζοντας κατέχει γνώση του ζητήματος που ερευνά αλλά αφήνει στα υποκείμενα την ευκαιρία να εμπλουτίσουν τη γνώση αυτή με προσωπικά τους δεδομένα και να αναδυθούν νέες έννοιες πάνω στο ζήτημα που πραγματεύονται (Smith & Smith, 2008). Επιπροσθέτως, δεδομένης της πολυπλοκότητας των εννοιών που εμπλέκουν τα Ερευνητικά Ερωτήματα της παρούσας έρευνας, δίνει τη δυνατότητα της «επιτόπου προσαρμογής» ώστε να επιτευχθεί επιπλέον εμβάθυνση και αποσαφήνιση του γιατί το υποκείμενο βιώνει τη διαδικασία με τον τρόπο που περιγράφει.

Η δομημένη συνέντευξη μοιράζεται μεγάλο μέρος της λογικής του ψυχολογικού πειράματος. Γενικά, ο ερευνητής αποφασίζει εκ των προτέρων τι ακριβώς αποτελεί το απαιτούμενο δεδομένα και κατασκευάζει τις ερωτήσεις με τέτοιο τρόπο ώστε να αποσπάσει απαντήσεις που αντιστοιχούν και περιέχονται εύκολα σε προκαθορισμένες κατηγορίες, οι οποίες μπορούν να στη συνέχεια να αναλυθούν. Για να ενισχυθεί η αξιοπιστία, ο υπεύθυνος της συνέντευξης πρέπει να τηρεί πολύ στενά το πρόγραμμα της συνέντευξης και να συμπεριφέρεται με όσο το δυνατόν λιγότερες διαφοροποιήσεις όσο το δυνατόν περισσότερο μεταξύ των συνεντεύξεων. Ο υπεύθυνος της συνέντευξης επιδιώκει: (Smith & Osborn, 2007)

- να χρησιμοποιεί σύντομες και συγκεκριμένες ερωτήσεις
- να διαβάξει την ερώτηση όπως ακριβώς αναγράφεται στο πρόγραμμα
- να θέτει τις ερωτήσεις με την ίδια σειρά που ορίζει το πρόγραμμα
- ιδανικά να έχει προκωδικοποιημένες κατηγορίες απαντήσεων, επιτρέποντας στον ερωτηματολόγο να ταιριάζει την απάντηση του ερωτώμενου με μια από αυτές τις κατηγορίες.

Μερικές φορές ο ερευνητής παρέχει στον ερωτώμενο ένα σύνολο πιθανών απαντήσεων για να επιλέξει. Μερικές φορές ο ερωτώμενος μπορεί να απαντήσει ελεύθερα, η οποία μπορεί στη συνέχεια να κατηγοριοποιηθεί. Έτσι, από πολλές απόψεις, η δομημένη συνέντευξη μοιάζει με το ερωτηματολόγιο. Πράγματι, οι δύο αλληλεπικαλύπτονται σε βαθμό που συχνά η συνέντευξη είναι απλώς η διαδικασία όπου ο ερευνητής εξετάζει ένα ερωτηματολόγιο παρουσία του ερωτώμενου. Ο συνεντευκτής συμπληρώνει τις απαντήσεις στο φύλλο του ερωτηματολογίου με βάση όσα που λέει ο ερωτώμενος. Τα υποτιθέμενα πλεονεκτήματα της δομημένης συνέντευξης είναι ο έλεγχος, η αξιοπιστία και η ταχύτητα. (Smith & Osborn, 2007). Δηλαδή, ο ερευνητής έχει τον μέγιστο δυνατό έλεγχο για το τι γίνεται στη συνέντευξη. Υποστηρίζεται επίσης ότι η συνέντευξη θα είναι αξιόπιστη στην την έννοια ότι χρησιμοποιείται η ίδια μορφή με κάθε ερωτώμενο και ότι η ταυτότητα του ερευνητή θα

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

πρέπει να έχει ελάχιστο αντίκτυπο στις απαντήσεις που λαμβάνονται. Στην παρούσα έρευνα και σύμφωνα με τα παραπάνω, θεωρήθηκε σκόπιμο και έλλογο εργαλείο η χρήση της δομημένης συνέντευξης.

Για το λόγο αυτό, δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο το οποίο δομήθηκε και χρησιμοποιήθηκε και σχετίζεται άμεσα με την προσπάθεια εξαγωγής μοτίβων και θεμάτων που άπτονται των ερευνητικών ερωτημάτων:

Πίνακας 8: Ερωτηματολόγιο

	<i>Ερωτήσεις προς τους Εκπαιδευτικούς</i>
Σχεδιασμός και στοχοθεσία (q.1)	1. Πόσο χρόνο διήρκησε ο σχεδιασμός και πόσο η εφαρμογή του;
	2. Ακολουθήσατε κάποια μεθοδολογία για το σχεδιασμό; Ήταν και οι δύο εκπαιδευτικοί ενήμεροι ή χρειάστηκε να γίνει κάποια επιμόρφωση;
	3. Χρειάστηκε να συζητήσετε και να επιμορφωθείτε εκατέρωθεν για τα γνωστικά σας αντικείμενα; (π.χ. ο εκπαιδευτικός τέχνης χρειάστηκε για ενημερωθεί σε γνώσεις προγραμματισμού)
	4. Είχατε συγκεκριμένη στοχοθεσία; Αν ναι, σε ποια γνωστικά μέρη και ποιες δεξιότητες στοχεύσατε;
	5. Η στοχοθεσία έγινε από κοινού ή ξεχωριστά για την κάθε ειδικότητα;
	6. Ποιες δεξιότητες των μαθητών θα θέλατε να αναπτύξετε και πως συνδέονται αυτές με τη στοχοθεσία σας;
	7. Πως ήταν μετρήσιμη η επίτευξη των στόχων που τέθηκαν; Έγινε από κοινού αποτίμηση τους ή η κάθε ειδικότητα ασχολήθηκε περισσότερο/εξ' ολοκλήρου με το δικό της αντικείμενο;
Εφαρμογή (q.2)	8. Υπήρξαν διαφωνίες για την εφαρμογή του σχεδιασμού; Αν ναι, τι αφορούσαν και πως επιλύθηκαν;
	9. Υπήρξε αναπροσαρμογή του σχεδιασμού κατά τη διάρκεια της εφαρμογής; Αυτό συνέβη λόγω έκτακτων φαινομένων (βλάβη ή ζημιά εξοπλισμού) ή θεωρείτε ότι στον επόμενο επανασχεδιασμό μπορεί να αποφευχθεί;
	10. Μπορείτε να ανακαλέσετε σχόλια των μαθητών στο σχεδιασμό και την εφαρμογή που σας έκαναν εντύπωση ή σας αιφνιδίασαν; Πως τα αντιμετωπίσατε εσείς και ο/η συνάδελφος σας;
Αξιολόγηση/Γενική αποτίμηση (q.3)	11. Με το πέρας της εφαρμογής, σκοπεύετε να αλληλοαξιολογηθείτε μεταξύ σας για τη συνεργασία και τη συνδημιουργία σας; Επίσης, σκοπεύετε να ζητήσετε από τους μαθητές να σας αξιολογήσουν; Αν ναι, με ποιο τρόπο;
	12. Έχετε χρησιμοποιήσει κάποια τεχνική αξιολόγησης όπως την παρατήρηση, διάλογο, συνθετική εργασία ή συνέντευξη; Χρησιμοποίησατε κάποιο από τα συνήθη εργαλεία όπως μια ρουμπρίκα, έναν εννοιολογικό χάρτη ή ένα ημερολόγιο; Πως θεωρείτε ότι αυτά θα σας βοηθήσουν για τον επόμενο σχεδιασμό σας;

	13. Σύμφωνα με την περιγραφή του ρόλου των μαθητών, πως θεωρείτε ότι εξυπηρετήθηκε η διεπιστημονικότητα του έργου;
	14. Θεωρείτε ότι θα μπορούσατε να οργανώσετε μόνοι/ες σας ή με έναν/μία εκπαιδευτικό της ίδιας ειδικότητας την παράσταση; Πόσες φορές και για ποιο αντικείμενο ζητήσατε βοήθεια από το/τη συνάδελφο σας;
	15. Ποιες από τις δεξιότητες σας ως εκπαιδευτικοί θεωρείτε ότι καλλιεργήθηκαν ή αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια σχεδιασμού και εφαρμογής του έργου;
	16. Οι μαθητές σας με την ολοκλήρωση του έργου θα πρέπει να είναι σε θέση να μπορούν να απαντήσουν σε ερωτήσεις όπως: Τι είναι αυτό που ασχολήθηκαν, πως και γιατί το έμαθαν και που θα τους χρησιμεύσει. Πως θα απαντούσατε ως μαθητής που έλαβε μέρος σε αυτό το έργο;

Η διάρκεια των συνεντεύξεων ήταν περίπου 60' και έγινε ανά ζεύγη που συνεργάστηκαν. Η επιλογή αυτή και η μη ατομική συνέντευξη έγινε για λόγους αμεσότητας στην επικοινωνία των εκπαιδευτικών καθώς κατά την ανάπτυξη των θεμάτων ανασύρονται εκατέρωθεν τμήματα της διαδικασίας στα οποία αλληλοσυμπληρώνουν τις εμπειρίες τους έτσι ώστε να εμφανίζεται μια πιο πλήρης εικόνα για την εμπάθунση στην ανάλυση. Αναφορικά με τη συλλογή των δεδομένων, είναι απαραίτητο να αποφασιστεί αν θα μαγνητοσκοπηθεί η συνέντευξη ή όχι. Θεωρείται παγιωμένη γνώση ότι δεν είναι δυνατόν να γίνει η μορφή της συνέντευξης που απαιτείται για την Ανάλυση Περιεχομένου χωρίς μαγνητοφώνηση. Αν κάποιος προσπαθήσει να καταγράψει όλα όσα ο συμμετέχων που λέει ο συμμετέχων κατά τη διάρκεια της συνέντευξης, θα καταγράψει μόνο την ουσία, χάνοντας σημαντικές αποχρώσεις (Smith & Osborn, 2007). Επίσης, θα παρεμποδίσει την ομαλή διεξαγωγή της συνέντευξης και τη δημιουργία σχέσης εμπιστοσύνης. Φυσικά, ο ερωτώμενος μπορεί να μην θέλει να μαγνητοσκοπηθεί και μπορεί ακόμη και να μη συμφωνεί στη συνέντευξη εάν καταγραφεί. Είναι επίσης σημαντικό να μην εμπλουτίζεται η ηχογράφηση. Αν και η καταγραφή που παράγει είναι πληρέστερη, δεν είναι μια πλήρως αντικειμενική καταγραφή. Η μη λεκτική συμπεριφορά αποκλείεται, και η καταγραφή εξακολουθεί να απαιτεί μια διαδικασία ερμηνείας από τον μεταγραφέα ή οποιονδήποτε άλλο ακροατή (Mason, 2017).

4.5 Ανάλυση δεδομένων

Προκειμένου να δοθεί πλήρες νόημα στα δεδομένα, δημιουργήθηκε ένας κατάλογος θεμάτων βασισμένα σε προηγούμενες έρευνες (Bevan et al., 2019) για κάθε πρακτική. **(α) Πρακτικές ΕΡ.** Η ΕΡ σε αυτή την έρευνα αντιπροσωπεύει το πεδίο του STEM οπότε και γίνεται αντιστοιχία στις πρακτικές τους (βλ. Εικόνα 7α). **(β) Συνδυαστικές πρακτικές.** Οι πρακτικές που περιγράφονται από τη συγκεκριμένη τυπολογία ως STEAM αποτελούν συνδυασμό των αντικειμένων (βλ. Εικόνα 7β). **(γ) Πρακτικές Τεχνών.** Στη συγκεκριμένη έρευνα η τέχνη αντιπροσωπεύεται από το Θέατρο για τη δράση 1 και το θέατρο σκιών για τη δράση 2 (βλ. εικόνα 7γ). Κάθε πρακτική (βλ. Πίνακα 5 σειρά 1) προσδιορίζεται με βάση κάποιες κατηγορίες (βλ Πίνακας 5 Στήλη 1) και υποκατηγορίες (βλ Πίνακα 5 στήλες 2,3,4) από τις οποίες προκύπτουν και οι μονάδες ανάλυσης. Για παράδειγμα η Πρακτική ΕΡ προσδιορίζεται από τις κατηγορίες Εξερεύνηση, Δημιουργία Νοήματος και Κριτική εκ των οποίων η κατηγορία Κριτική προσδιορίζεται από τις υποκατηγορίες «Επιχειρηματολογία

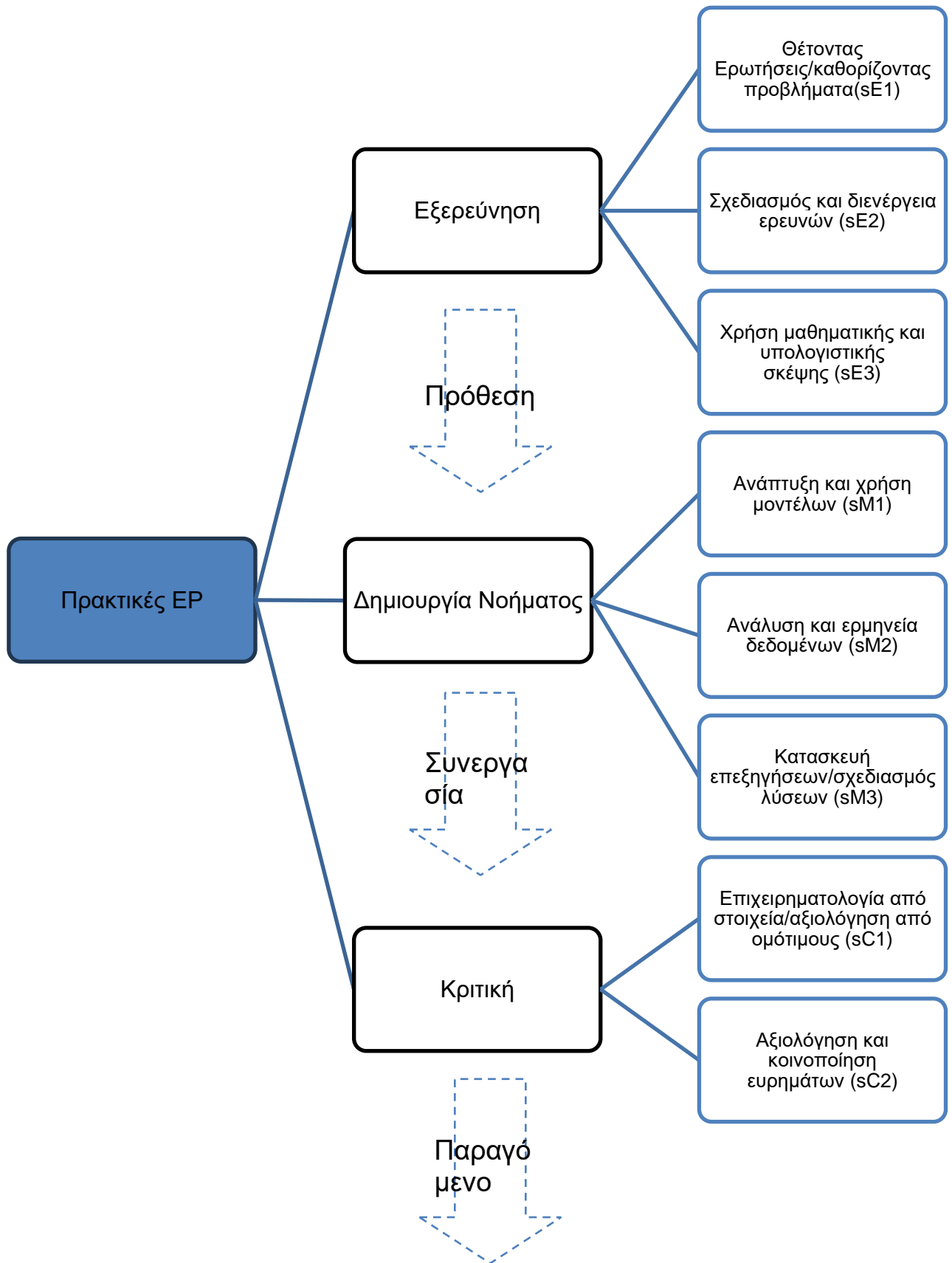
«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

από στοιχεία/αξιολόγηση από ομότιμους» και «Αξιολόγηση και κοινοποίηση ευρημάτων». Κατά την ανάλυση περιεχομένου διερευνάται ποιες υποκατηγορίες (και κατά συνέπεια ποιες πρακτικές) αντανακλούν οι απαντήσεις των συνεντευξιαζόμενων.

Σχηματικά:

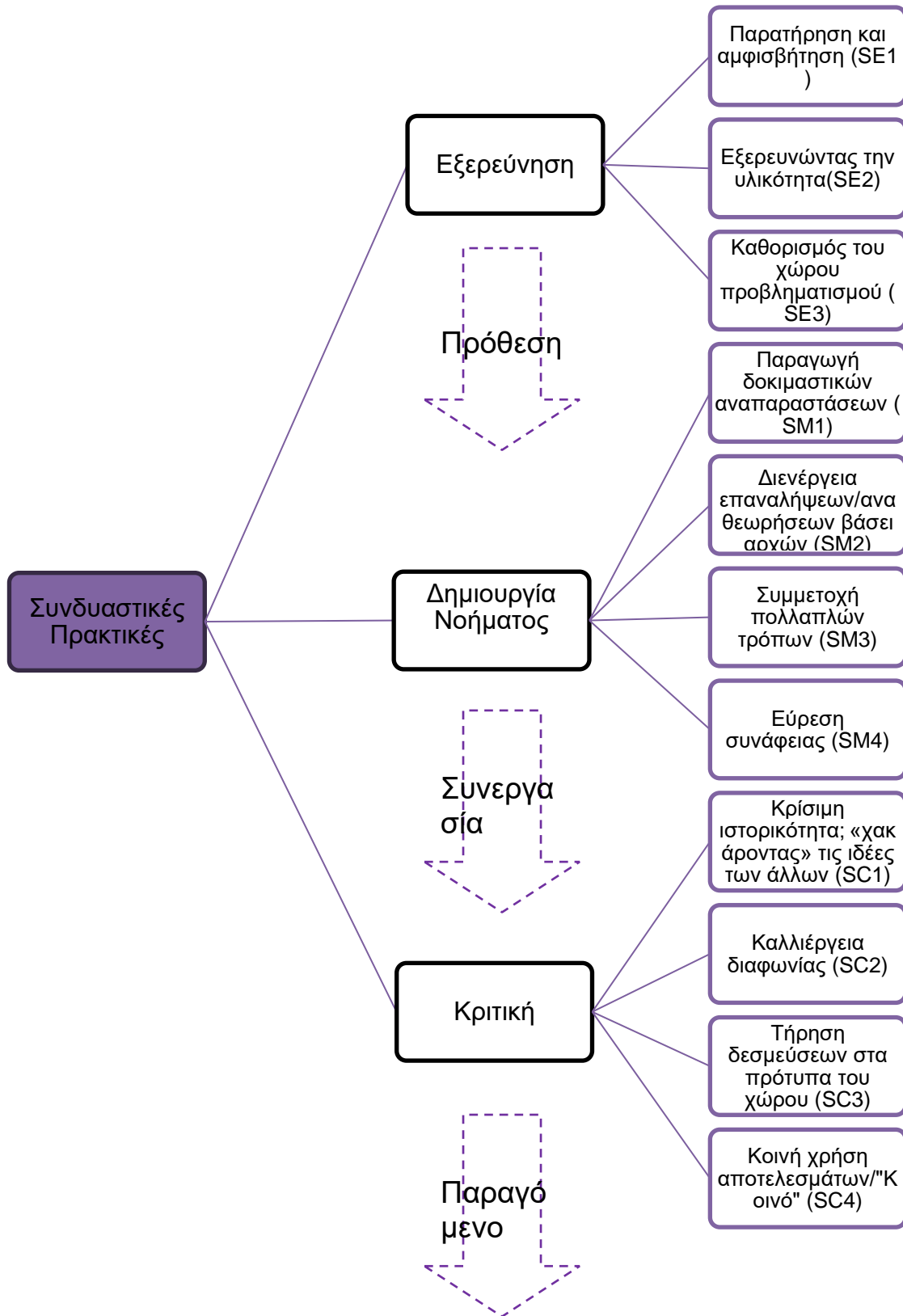
Εικόνα 7α: Κώδικες ΕΡ

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»



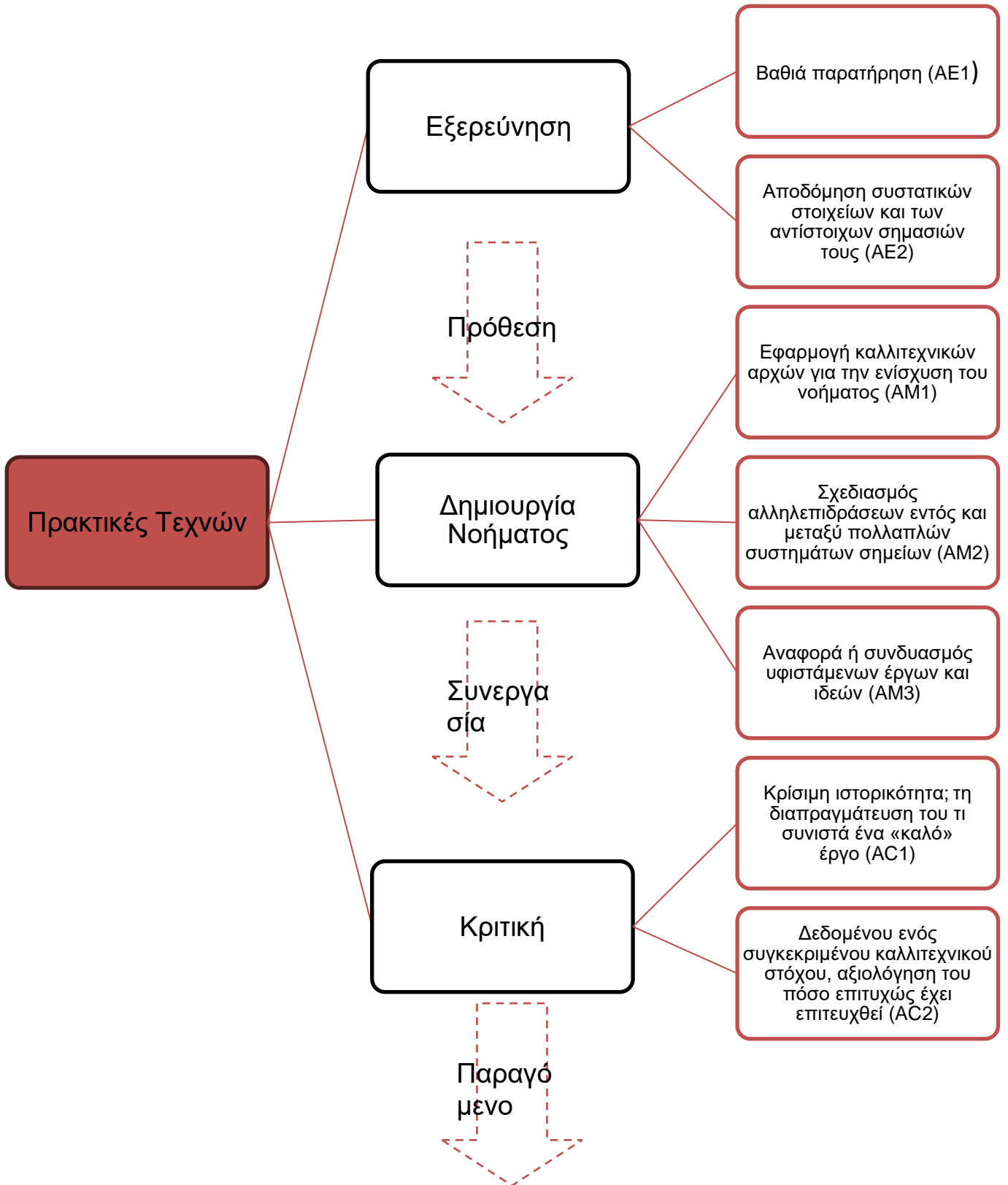
«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Εικόνα 7β: Συνδυαστικοί Κώδικες



«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Εικόνα 7γ: Κώδικες Τεχνών



«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

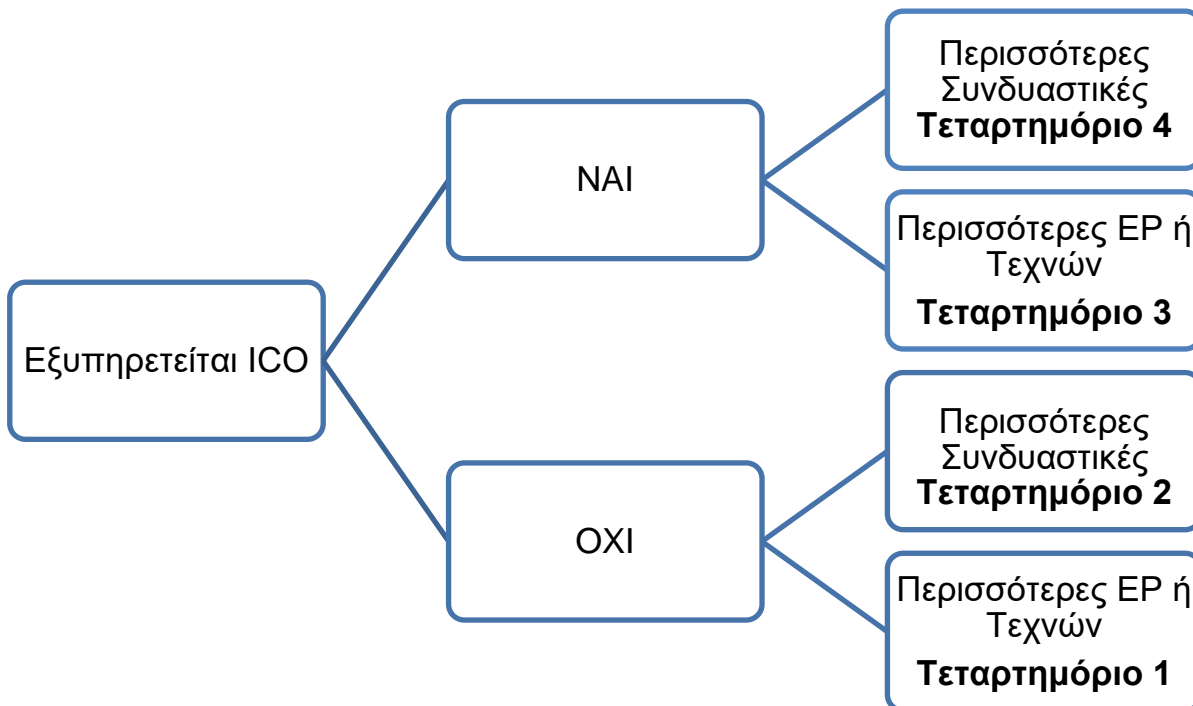
Παράδειγμα κωδικοποίησης:

“...Και εγώ έδωσα ιδέες για τη ρομποτική και η Χ για το θεατρικό. Ήταν ένα προϊόν καλής ζύμωσης. Ήταν από κοινού ο σχεδιασμός.” (SM3)

“...Ένας μαθητής δεν ήξερε καθόλου το θέατρο σκιών και έπρεπε να φέρω σαν παράδειγμα τον «Καραγκιόζη»”. (AM3)

Σε δεύτερο χρόνο, θα χρησιμοποιήσουμε την παραπάνω κωδικοποίηση για την κατάταξη του έργου σε ένα από τα τέσσερα τεταρτημόρια σύμφωνα με τον Πίνακα 7. Εκεί, η κατάταξη θα γίνει σύμφωνα με την ανάλυση στην παράγραφο 3.1 δηλαδή η παιδαγωγική προσέγγιση θα εξεταστεί σύμφωνα με τη σύνδεση και ύπαρξη της *πρόθεσης-συνεργασίας-παραγόμενου (intent-collaboration-outcome ή ICO)*. Αυτή η ύπαρξη θα εξαρτηθεί από την σύνδεση κατακόρυφα (τεθλασμένα βέλη) ή όχι μεταξύ των σταδίων του έργου. Το πέρασμα από τη διερεύνηση στη νοηματοδότηση και τελικά στην παραγωγή έργου σηματοδοτεί την εμφάνιση του ICO και τελικά την ενεργό και πλούσια από παιδαγωγικής σκοπιάς εργασία. Αυτή η σύνδεση τοποθετεί το έργο σε ένα από τα τεταρτημόρια 3 ή 4 (βλ Πίνακας 7). Για την τελική τοποθέτηση, θα αποτιμηθεί η εμφάνιση περισσότερων Συνδυαστικών κωδικών οπότε και η τοποθέτηση στο τεταρτημόριο 4 ενώ σε άλλη περίπτωση τοποθετείται στο τεταρτημόριο 3. Σχηματικά:

Εικόνα 8: Κωδικοποίηση ICO



Παράδειγμα:

“...εγώ όταν πρέπει να κάνω κάτι διαφορετικό από τα συνηθισμένα, κόβω σε κομμάτια την παράσταση και τη δουλεύουμε ένα ένα.” (AE2)



“...εκφραστούν και να συνεργαστούν σύμφωνα με αυτά που έχουν στο κεφάλι τους και που θέλουν να κάνουν πάνω σε ένα σενάριο.” (AM2)



“...Όχι, απλά νομίζω ότι πήγαμε καλά.” (AC1)



“ICO”

4.7 Ζητήματα δεοντολογίας και ηθικής

Είναι καθήκον του ερευνητή να ζυγίσει το πιθανό κόστος για τους συμμετέχοντες και το πιθανό κέρδος που θα προκύψει από την πραγματοποίηση της έρευνας. Από το σχεδιασμό της μελέτης, ο ερευνητής έχει την ευθύνη να προβεί σε μια προσεκτική εκτίμηση του κατά πόσο πρόκειται για μια δεοντολογικά αποδεκτή στάση και πρακτική κατά τη διάρκεια της έρευνας του. Βασική δεοντολογική αρχή (Hammersley & Traianou, 2014) είναι ο καθορισμός του βαθμού κινδύνου που ενδέχεται να διατρέξει ο συμμετέχοντας στην έρευνα εξαιτίας της συμμετοχής του σε αυτήν. Αρχικά θα πρέπει να συνάψει μια σαφή και δίκαιη συμφωνία, πριν από τη συμμετοχή τους, με την οποία θα ξεκαθαρίζονται οι υποχρεώσεις και τα καθήκοντα της κάθε πλευράς. Ακόμη και όταν καθίσταται απαραίτητη η εξαπάτηση των συμμετεχόντων, ο ερευνητής έχει τη ευθύνη να αποφασίσει αν αυτή δικαιολογείται από το προσδοκώμενο όφελος, αν μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικές διαδικασίες και να εξασφαλίσει την έγκαιρη και επαρκή ενημέρωση των συμμετεχόντων. (Hammersley & Traianou, 2014) Κάτι τέτοιο βέβαια στα πλαίσια αυτής της έρευνας δεν υπεισέρχεται διότι το ερευνητικό πρωτόκολλο έγινε γνωστό στους συμμετέχοντες από την αρχική επικοινωνία με αυτούς. Αυτό περιλάμβανε τον τίτλο και το σκοπό της έρευνας, το θεωρητικό υπόβαθρο για να διεξαχθεί αυτή, το δείγμα που θα λάβει μέρος, το σχεδιασμό, τη μεθοδολογία, τα πιθανά οφέλη για την επιστημονική κοινότητα και την εξασφάλιση του απορρήτου σε όλες τις διαδικασίες που εμπλέκονται. Επίσης επισημάνθηκε η ευθύνη όλων των συμμετεχόντων πέρα του ερευνητή για την τήρηση των κανόνων δεοντολογίας καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας. Ο ερευνητής υποχρεούται να σέβεται την ελευθερία στη βούληση του ατόμου να αρνηθεί να συμμετέχει ή να αποσυρθεί από την έρευνα οποιαδήποτε στιγμή το επιθυμήσει, ένα δικαίωμα το οποίο είχε επικοινωνηθεί κατά την έναρξη αλλά και στη διάρκεια των συνεντεύξεων (Willig, 2013). Αναφορικά με αυτές, ο ερευνητής προστατεύει τους

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

συμμετέχοντες από σωματικές και πνευματικές ενοχλήσεις, βλάβες και κινδύνους που ενδέχεται να προκύψουν από την ερευνητική διαδικασία. Γι' αυτό και έγινε η επιλογή της διεξαγωγής της δομημένης συνέντευξης εξ' αποστάσεως και από τον προσωπικό χώρο του καθενός για να διασφαλιστεί η ελευθερία στην έκφραση, η απρόσκοπτη διενέργεια της συζήτησης και να αποφευχθεί η οποιαδήποτε δυσφορία για την πιθανή μετακίνηση κάποιου από τους συνεντευξιαζόμενους λαμβάνοντας υπόψιν το φόρτο εργασίας τους και την πολύωρη εργασιακή τους καθημερινότητα. Επιπροσθέτως, η διαδικασία της καταγραφής μιας συζήτησης γίνεται πιο φυσιολογικά με τη χρήση ενός ψηφιακού μέσου, απουσία φυσικής συσκευής η οποία προκαλεί επιπλέον ανησυχία και ανασταλτικό παράγοντα για τη διεξαγωγή εποικοδομητικής συζήτησης. Βαδίζοντας να κλείσουμε το πρώτο τεταρτημόριο του 21^{ου} αιώνα, κάποιος θα μπορούσε να χαρακτηρίσει ως αλλοτριωμένη (ή *alienation*) τη διαδικασία συνέντευξης χωρίς ψηφιακά μέσα καταγραφής (*APA Ethics Code*, n.d.). Συνεπώς και φυσικά με τη συγκατάθεση όλων, πραγματοποιήθηκε η συνέντευξη και η απομαγνητοφώνηση της οποίας περιέχεται ως υπόμνημα στην παρούσα εργασία ώστε να διασφαλιστεί η διαφάνεια της καταγραφής αφού οι συμμετέχοντες θα μπορούν να έχουν πρόσβαση στα λεγόμενα τους τα οποία θα είναι σε θέση να αμφισβητήσουν (*APA Ethics Code*, n.d.). Σε μια τέτοια περίπτωση, η ψηφιακή καταγραφή είναι άμεσα διαθέσιμη από τον ερευνητή (ως προσωπικό και όχι διαμοιρασμένο αρχείο) αλλά στη διάθεση των συμμετεχόντων ή οποιουδήποτε επιθυμεί τη διασταύρωση των δεδομένων. Επιπροσθέτως, αποκρύφθηκαν όλα τα προσωπικά στοιχεία και χαρακτηριστικά της ιδιότητας τα οποία δεν είναι απαραίτητα για τη διασφάλιση των τυπικών κριτηρίων των συμμετεχόντων για τη συμμετοχή τους. Είναι προφανώς όλοι ενήλικες οπότε δεν τίθεται ζήτημα συγκατάθεσης και με το πέρας της έρευνας και εάν το επιθυμούν θα τους κοινοποιηθούν τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα αυτής.

4.8 Περιορισμοί της έρευνας

Οι περιορισμοί αυτής της έρευνας προκύπτουν από πολλαπλούς παράγοντες οι οποίοι εμφανίζονται φυσιολογικά από το ευρύ πλαίσιο της έννοιας της διεπιστημονικότητας και του STEAM. Η ενσωμάτωση των τεχνών στα πεδία του STEM όπως αναλύθηκε στις παραπάνω παραγράφους αποτελεί ένα ζήτημα διαρκούς και χρονίας ζύμωσης το οποίο σε καμία περίπτωση ο υπογράφοντας δε δύναται να επικαλεστεί ότι εξιχνίασε, παρά μόνο σκιαγράφησε.

Η τέχνη με τις πολυτροπικές μορφές που ασκείται ως εγγενώς δημιουργική ενασχόληση, δίχως περιορισμούς και πλαισίωση, πολύ συχνά με αλληλεπικαλυπτόμενους κλάδους είναι ένας κλάδος ο οποίος ενέχει πολλαπλές εκφάνσεις και πρακτικές. Για μια επιτυχημένη ενσωμάτωση σε παιδαγωγικό πλαίσιο, πόσο μάλλον συνυπάρχουσες με θετικοστραφή αντικείμενα, χρήζει την ειδικευμένη και εις βάθος αντιμετώπιση ανά κλάδο και ειδικότητα. Η συγκεκριμένη έρευνα ασχολήθηκε με την έρευνα περιπτώσεων που ασκείται η θεατρική τέχνη και μάλιστα μόνο τη μια φορά με την παρουσία θεατρολόγου ενώ στο δεύτερο ζεύγος συμμετεχόντων η εκπαιδευτικός βασίστηκε στην -εκτενή σίγουρα- εμπειρία της με το θέατρο σκιών για τη συμμετοχή της. Η ένταξη αυτών των μορφών σε καμία περίπτωση δε συνεπάγεται συμπεράσματα για άλλους κλάδους όπως οι εικαστικές τέχνες, η μουσική, ο χορός ή ο κινηματογράφος και η αρχιτεκτονική. Πόσο μάλλον εφαρμοσμένες τέχνες όπως η γραφιστική ή η αγγειοπλαστική οι οποίες κουβαλούν βαριά παρακαταθήκη από πρακτικές και εργαλεία που παρουσιάζουν αυξημένη δυσκολία στην αποτίμηση και την αξιολόγηση από μη-ειδικούς.

Επιπροσθέτως, περιορισμοί υπεισέρχονται από το διαρκώς εξελισσόμενο πεδίο της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και των χρησιμοποιούμενων υλοποιήσεων της. Διαβάζοντας στο (*Literature Review on the Current Trends in Educational Robotics*, 2022) αλλά και από την

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

προσωπική εμπειρία του ερευνητή ως εργαζόμενου στο [WRO Hellas](#), κύριου φορέα διεξαγωγής διαγωνισμών εκπαιδευτικής ρομποτικής στην Ελλάδα και στην ευρύτερη περιοχή της Νοτιοανατολικής Ευρώπης, είναι πασιφανής η «έκρηξη» στη δημιουργικότητα των οργανισμών που εμπλέκονται με εφαρμογές Εκπαιδευτικής Ρομποτικής αναφορικά τόσο με υλοποιήσεις (hardware) όσο και λογισμικά (software) που είναι δύσκολο κανείς να ισχυριστεί ότι βρίσκεται στην αιχμή των τεχνολογικών εφαρμογών όταν η έρευνα του έχει μεγάλη διάρκεια. Οι νέες προτάσεις εξάλλου φαίνονται να έχουν διπλή κατεύθυνση, τόσο την εξειδικευμένη εφαρμογή πάνω σε ένα αντικείμενο που θα δώσει τη δυνατότητα σε μια μανθάνουσα κοινότητα να παράγει εμπορεύσιμες εφαρμογές ως μια σύνδεση με την επιχειρηματικότητα και την εμπορική δράση αλλά και στον αντίποδα άλλες προτάσεις έρχονται ως απάντηση στο (όπως φαίνεται στην παρούσα έρευνα) ολοένα ευρυνόμενο πεδίο της ολιστικής εκπαίδευσης προσπαθώντας την ενσωμάτωση όσο περισσότερων αντικειμένων σε ένα kit.

Τέλος, η αποτίμηση των αποτελεσμάτων αλλά και όλης της διαδικασίας που ακολούθησαν οι εκπαιδευτικοί τόσο για το σχεδιασμό, την εφαρμογή αλλά και την αξιολόγηση του έργου τους πάρηκαν από μια και μοναδική συνέντευξη η οποία έγινε σε σύντομο μεν – μεταγενέστερο στάδιο δε – της εκπαιδευτικής τους παρέμβασης. Αποτέλεσμα αυτού θα μπορούσε να είναι η εξασθένιση της μνήμης αναφορικά με λεπτομέρειες της διαδικασίας που θα μπορούσαν να φωτίσουν εκτενέστερα τα ερευνητικά ερωτήματα αυτής της έρευνας. Φυσικά και βέβαια, το γεγονός ότι πρόκειται μόνο για δύο ομάδες εκπαιδευτικών αλλά και τον τρόπο δειγματοληψίας αποτελεί από μόνο του κριτήριο και περιορισμός για την εξαγωγή συμπερασμάτων για οποιαδήποτε γενίκευση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Αποτελέσματα στα Ερευνητικά Ερωτήματα

5.1.1 Αποτελέσματα για το *q.1*

q.1: Πως συνδιαμορφώνεται η στοχοθεσία μεταξύ διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων κατά το σχεδιασμό και κατά την εφαρμογή ενός Project;

Η (συν)διαμόρφωση της στοχοθεσίας από τους εκπαιδευτικούς διέφερε δραστικά αναφορικά με την ενσωμάτωση ή μη των τεχνών στα αντικείμενα του STEM στα διαφορετικά ζεύγη και αυτό αποτυπώθηκε πλήρως στη χρήση των εκπαιδευτικών πρακτικών, μέσα από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών και σύμφωνα με τη μεθοδολογία που περιγράφηκε στα παραπάνω κεφάλαια. Οι σχετικές ερωτήσεις και τα στοιχεία βρίσκονται στο παράρτημα: Πρόκειται για δεδομένα από την *Ερώτηση 4* έως την *Ερώτηση 7*.

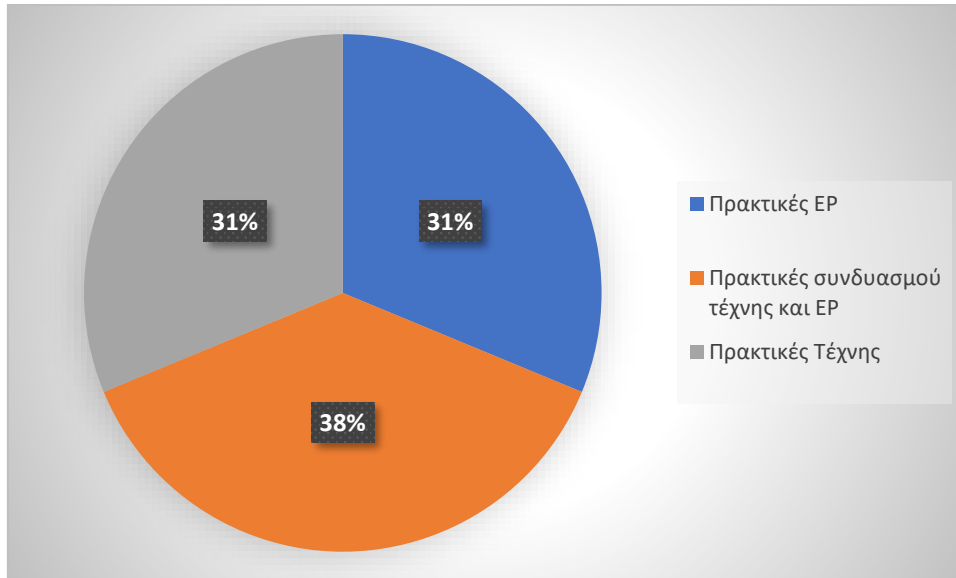
Παρακάτω παρατίθενται ως πλήθος οι πρακτικές που εμφανίστηκαν ως θέματα στις απαντήσεις των σχετικών ερωτήσεων.

Πίνακας 9: Ζεύγη Z1 και Z2, *q.1*

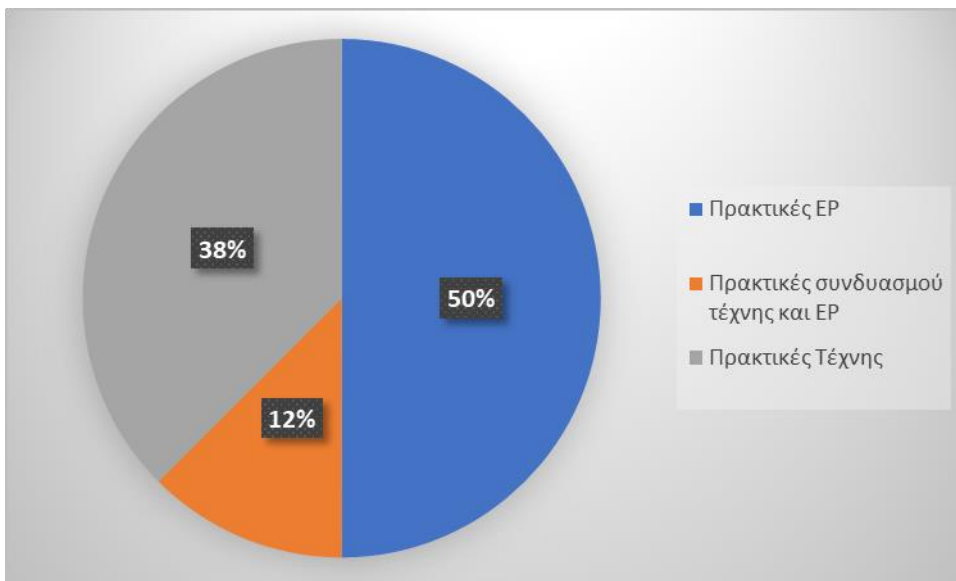
	Πρακτικές ΕΡ		Συνδυαστικές Πρακτικές		Πρακτικές Τέχνης	
	Ζεύγος 1	Ζεύγος 2	Ζεύγος 1	Ζεύγος 2	Ζεύγος 1	Ζεύγος 2
Απόλυτη συχνότητα	5 (sE1, sE1, sE3, sE3, sC1)	4 (sE2, sM1, sC1, sC1)	6 (SM3, SM3, SE2, SM2, SM4, SM2)	1 (SM3)	5 (AM1, AM1, AM1, AC2, AC1)	3 (AM1, AM1, AM2)
Σχετική συχνότητα %	31.25	50	37.5	12.5	31.25	37.5

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Εικόνα 9α. Ζεύγος Z1, q.1



Εικόνα 9β. Ζεύγος Z2, q.1



Αναφορικά με τη στοχοθεσία και το πως αυτή αντιμετωπίστηκε από τα δύο ζεύγη, τα συμπεράσματα που εξάγονται είναι σε τρία επίπεδα.

Αρχικά ο αριθμός των πρακτικών που εμφανίστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν διαφέρει και αυτό δηλώνει την πρόθεση και τη σημασία που έδωσαν οι επιμέρους ομάδες στη διαδικασία διαμόρφωσης της στοχοθεσίας. Στο ζεύγος Z1 το οποίο εργάστηκε χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία του FERTILE, αναφέρθηκαν διπλάσιες (16) σε πλήθος πρακτικές σε σχέση με το άλλο ζεύγος Z2 το οποίο σχεδίασε το Project του χωρίς συγκεκριμένη μεθοδολογία (8).

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι η χρήση της μεθοδολογίας FERTILE ενδέχεται να συνδέεται με την αυξημένη αναφορά σε πρακτικές που συνδυάζουν αποτελεσματικά την τέχνη με την ΕΡ.

Από μόνο του αυτό το δεδομένο δηλώνει τη σημασία της χρήσης μεθοδολογίας στο σχεδιασμό ενός Project. Επιπροσθέτως, η ύπαρξη της πλατφόρμας FERTILE (<https://fertile.gsic.uva.es>) με το συγγραφικό εργαλείο βοηθά στην εποπτεία και τη συνδιαμόρφωση της στοχοθεσίας. Σε κάθε περίπτωση, η ύπαρξη ενός χώρου ανταλλαγής ιδεών και επικοινωνίας όταν εκπαιδευτικοί συν-σχεδιάζουν ένα έργο φαίνεται να ενισχύει σημαντικά την παραγωγή προσδοκώμενων αποτελεσμάτων που συνδυάζουν γόνιμα τα διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα.

Και εδώ το ζήτημα της συνδιαμόρφωσης αυτής αποτυπώνεται στη διαφοροποίηση της ποιότητας των πρακτικών μεταξύ των δύο ομάδων. Στο Z1 βλέπουμε μια σχεδόν ομοιόμορφη κατανομή μεταξύ των πρακτικών με μια ελαφρά υπεροχή των ενοποιημένων θεμάτων STEAM σε σχέση με την πολωτική τάση στα επιμέρους αντικείμενα και τις ειδικότητες όπως φαίνεται στο Z2.

Από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών φαίνεται πως και τα δύο ζεύγη κατά τη στοχοθεσία τους είχαν ζητούμενο τη συμμετοχή των μαθητών με πολλούς τρόπους στα Project τους αλλά το Z1 εξέφρασε πιο συχνά (SM3) αυτή την επιθυμία και ξεχώρισε αναφέροντας (SM2) τη διενέργεια επαναλήψεων και την αναθεώρηση της στοχοθεσίας του σε όλη τη διάρκεια του σχεδιασμού. Αναφορικά με την Τέχνη, το Z1 είχε πιο εμπλουτισμένη στοχοθεσία κυρίως στον άξονα της κριτικής στάσης απέναντι στην επίτευξη των καλλιτεχνικών στόχων (AC1, AC2) σε αντίθεση με το Z2. Μια επίσης διαφορετική στάση είναι ότι μέσα από τους στόχους τους και ευθυγραμμισμένοι με τη μεθοδολογία FERTILE, το Z1 προβλέπει και σχεδιάζει με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργήσει συνθήκες για την ανάπτυξη πτυχών της Υπολογιστικής Σκέψης (sE3).

Χαρακτηριστικό τμήμα της απομαγνητοφώνησης που αποτυπώνει αυτή τη διαφοροποίηση αλλά και τη στάση των δύο διαφορετικών ομάδων είναι τα παρακάτω παραδείγματα:

«...να μη γίνει μονομερώς ο στόχος. Γινόταν προσαρμογή των στόχων ή κάποιος συγχρονισμός.»

Z1Π

«...Τα είπαμε πριν, να βγει μια όμορφη παράσταση σε καλό κλίμα για όλους..» **Z2Τ**

5.1.2 Αποτελέσματα για το q.2

q.2 Πως συνδυάζονται τα διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα ώστε να οδηγούν σε ένα κοινό πλαίσιο κατά την υλοποίηση του Project;

Η συνεργασία των εκπαιδευτικών ακολουθεί το μοτίβο της στοχοθεσίας. Διαφέρει ριζικά τόσο ως προς το πλήθος των εφαρμοζόμενων πρακτικών αλλά και ως προς την ποιότητα

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

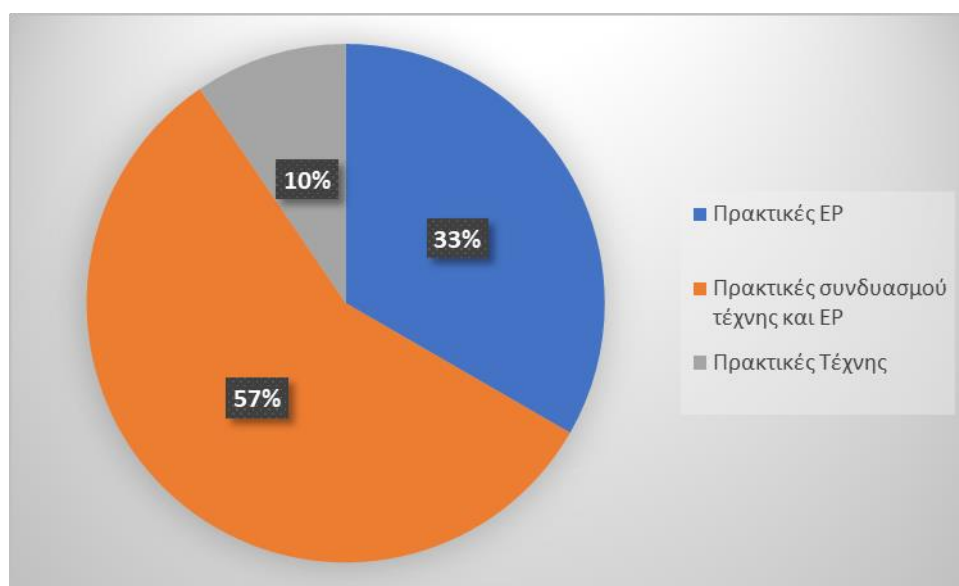
τους. Οι σχετικές ερωτήσεις και τα στοιχεία βρίσκονται στο παράρτημα: Πρόκειται για δεδομένα από την Ερώτηση 1 έως την Ερώτηση 3 και από την Ερώτηση 8 έως την Ερώτηση 10.

Παρακάτω παρατίθενται ως πλήθος οι πρακτικές που εμφανίστηκαν ως θέματα στις απαντήσεις των σχετικών ερωτήσεων.

Πίνακας 10: Ζεύγη Z1 και Z2, q.2

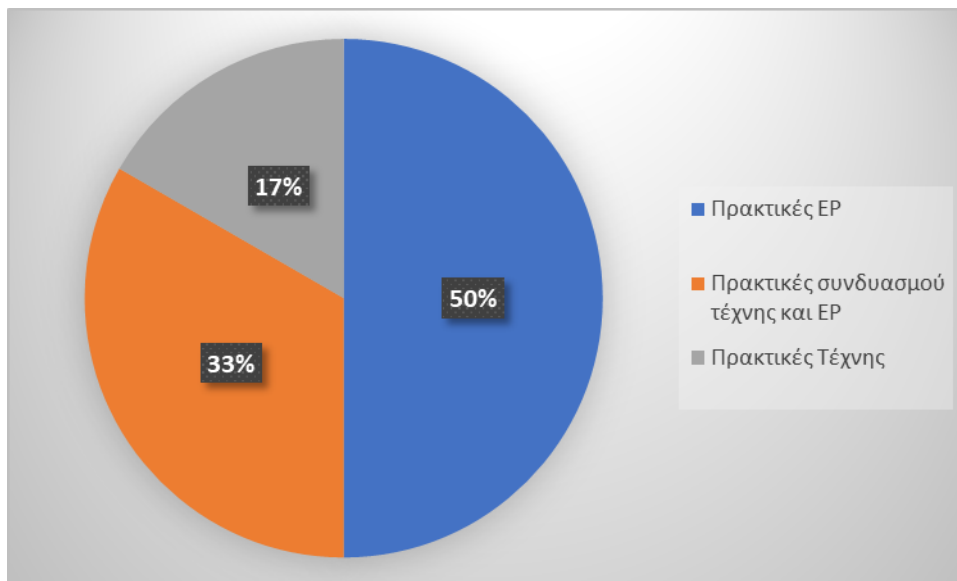
	Πρακτικές ΕΡ		Συνδυαστικές Πρακτικές		Πρακτικές Τέχνης	
	Ζεύγος 1	Ζεύγος 2	Ζεύγος 1	Ζεύγος 2	Ζεύγος 1	Ζεύγος 2
Απόλυτη συχνότητα	7 (sM1, sM1, sM1, sE1, sC1, sM3, sM3)	6 (sE2, sE2, sM3, sC2, sC2, sM2)	12 (SM2, SM3, SM1, SM2, SM3, SE1, SE3, SC2, SE1, SM3, SE1, SM3)	4 (SM3, SC2, SM4, SM1)	2 (AE1, AM2)	2 (AE2, AM3)
Σχετική συχνότητα %	33.34	50	57.15	33.34	9.5	16.6

Εικόνα 10α. Ζεύγος Z1, q.2



«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Εικόνα 10β. Ζεύγος Z2, q.2



Ο τρόπος που οι εκπαιδευτικοί συνεργάστηκαν ήταν αποτέλεσμα του σχεδιασμού και της στοχοθεσίας τους. Ομοίως με τις πρακτικές για το προηγούμενο ερευνητικό ερώτημα, βλέπουμε και εδώ ένα πολύ πιο πλούσιο ρεπερτόριο πρακτικών από το Z1. Τα ευρήματα δείχνουν σχεδόν διπλάσια ευρήματα για τις πρακτικές τους (22 για το Z1 έναντι 12 για το Z2) γεγονός που δηλώνει τον πλούτο στις δράσεις του Z1 και βέβαια παρόμοια διαφοροποίηση και πόλωση μεταξύ των αντικειμένων στο Z2.

Οι εκπαιδευτικοί του Z1 στην εφαρμογή της εκπαιδευτικής τους παρέμβασης φρόντισαν για την ανάπτυξη και τη χρήση μοντέλων (sM1) σε συνδυασμό με την κατασκευή και επεξήγηση λύσεων (sM3) σε σχέση με το Z2 που περιορίστηκε στην έρευνα (sE2) από όπου και αξιολόγησαν και κοινοποίησαν τα ευρήματα τους (sC2). Αναφορικά με τις συνδυαστικές πρακτικές, και τα δύο ζεύγη καλύπτουν ευρύ φάσμα αλλά το Z1 πέρα από την πιο μεγάλη συχνότητα ειδικά στον άξονα της δημιουργίας νοήματος, χρησιμοποιεί την αμφισβήτηση και την παρατήρηση (SE1) σε συνδυασμό με την καλλιέργεια διαφωνίας (SC2) για να τροφοδοτήσει τις αρκετές φορές που αναθεώρησε το έργο κατά την εφαρμογή του (SM2)

Χαρακτηριστικά τμήματα εδώ της απομαγνητοφώνησης για τη στάση των εκπαιδευτικών είναι:

«...Αρχικά μπορεί να είχαμε διαφορετικές ιδέες αλλά εύκολά τροποποιούνταν οι ιδέες μας. Από μεριάς μου έβλεπα τον τρόπο που δούλευε ο Χ και εμπιστευόμουν την επιστημονικότητα του.» **Z1Π**

«...αυτή τη λεπτομέρεια έπρεπε να την έχουμε προγραμματίσει λίγο καλύτερα από πριν για να μη μπερδευτούμε μέσα στη μέση του προγράμματος αλλά δε νομίζω ότι υπήρχε και άλλη λύση.» **Z2Τ**

5.1.3 Αποτελέσματα για το q.3

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

q.3 Ποια είναι η οπτική των εκπαιδευτικών για την παιδαγωγική ή/και πρόσθετη αξία της διεπιστημονικής προσέγγισης όταν εμπλέκεται η ΕΡ (αποτίμηση);

Η εικόνα των εκπαιδευτικών για την αξία του έργου τους έρχεται ως αποτέλεσμα της γενικής αποτίμησης αυτού μέσα από τα δικά τους μάτια αλλά και από αυτά των συμμετεχόντων σε αυτή. Με το πέρας της παρέμβασης είτε αναπτύσσουν εργαλεία αποτίμησης και αξιολόγησης είτε συζητούν ως ομότιμοι και ανατροφοδοτείται η εμπειρία τους ώστε να είναι καλύτερα προετοιμασμένοι για τον επόμενο σχεδιασμό τους είτε ζητούν ανατροφοδότηση από τους μαθητές που συμμετείχαν και κρατούν τα σχόλια τους ως άποψη των άμεσα εμπλεκόμενων και δεκτών του μαθησιακού τους σχεδιασμού. Οι σχετικές ερωτήσεις και τα στοιχεία για αυτή την περίπτωση βρίσκονται επίσης στο παράρτημα και πρόκειται για δεδομένα από την Ερώτηση 11 έως την Ερώτηση 16.

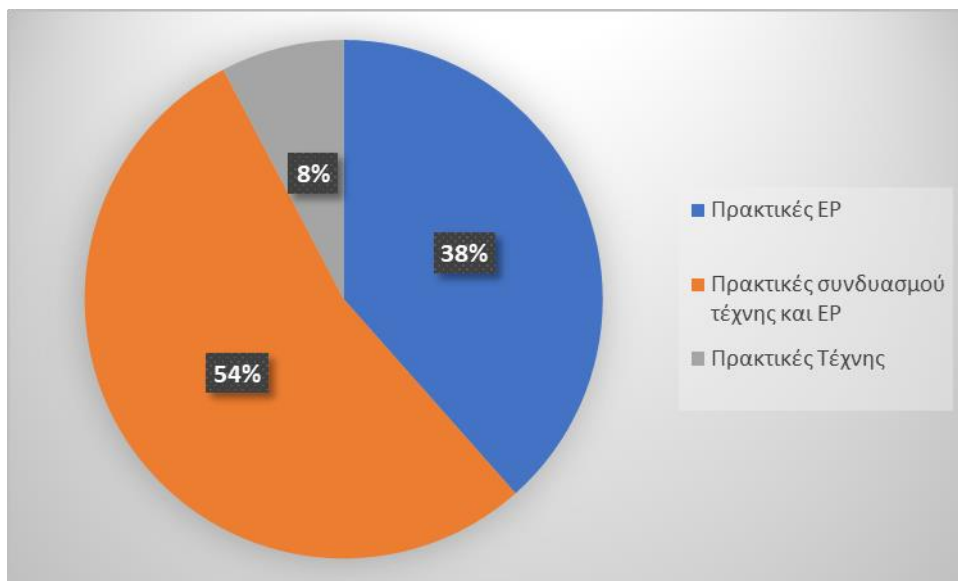
Παρακάτω παρατίθεται ως πλήθος οι πρακτικές που εμφανίστηκαν ως θέματα στις απαντήσεις των σχετικών ερωτήσεων.

Πίνακας 11: Ζεύγη Z1 και Z2, q.3

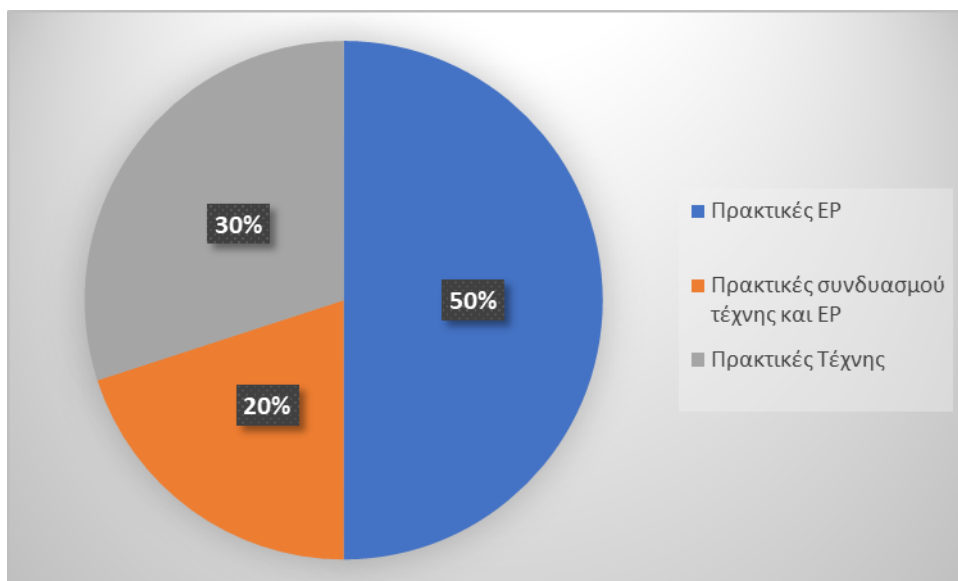
	Πρακτικές ΕΡ		Συνδυαστικές Πρακτικές		Πρακτικές Τέχνης	
	Ζεύγος 1	Ζεύγος 2	Ζεύγος 1	Ζεύγος 2	Ζεύγος 1	Ζεύγος 2
Απόλυτη συχνότητα	5 (sC2, sC2, sM1, sC1, sC1)	5 (sM2, sC1, sC1, sC2, sC2)	7 (SC3, SC3, SM4, SM4, SC3, SC3, SM3)	2 (SC3, SM4)	1 (AC2)	3 (AC1, AC1, AM2)
Σχετική συχνότητα %	38.46	50	53.84	20	7.7	30

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Εικόνα 11α. Ζεύγος Z1, q.3



Εικόνα 11β. Ζεύγος Z1, q.3



Η γενική αποτίμηση δύσκολα θα παρουσίαζε διαφορετική εικόνα από τη μέχρι τώρα πορεία του σχεδιασμού και της εφαρμογής. Όμοια με τα παραπάνω, φαίνεται η διαφορά στο πλήθος των παρατηρήσεων που έγιναν αναφορικά με την αποτίμηση αν και εδώ ο αριθμός συγκλίνει περισσότερο σε σχέση με τις προηγούμενες φάσεις. Στο Z1 εμφανίστηκαν δεκατρείς (13) πρακτικές να εφαρμόζονται ενώ στο Z2 μόνος εννέα (9). Η ποιότητα τους συμβαδίζει με τα παραπάνω, με το Z2 ακόμη και στην αποτίμηση των γεγονότων του Project να εστιάζει στα επιμέρους αντικείμενα σε αντίθεση με το Z1 που κρίνει το δικό του Project σφαιρικά, ως μια STEAM ενοποιημένη δραστηριότητα.

Αναφορικά με την αποτίμηση της αξίας του έργου τους, τα δύο ζεύγη ακολουθούν διαφορετική οπτική μέσα από την οποία την αξιολογούν. Το Z1 ακολουθεί την αποτίμηση με βάση τους στόχους που οι ίδιοι έχουν θέσει (AC2) σε αντίθεση με το Z1 που

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

διαπραγματεύεται αν το έργο του είναι καλό ή όχι με όρους σύγκρισης με άλλα έργα (AC1). Στις συνδυαστικές πρακτικές, το Z1 παρουσιάζει πολλές φορές (4) την πεποίθηση του ότι πρέπει να τις δεσμεύσεις με βάση τα πρότυπα και τα στάνταρ του χώρου του (SC3), εν αντιθέσει με το Z2 που εμφανίζει πολύ λίγες συνδυαστικές πρακτικές κατά την αποτίμηση. Φαίνεται όμως να επικεντρώνεται στις πρακτικές που αφορούν αποκλειστικά την ΕΡ και ειδικά στον άξονα της κριτικής στάσης (sC1, sC2). Το Z2 σχολιάζει και αυτό με παρόμοιο τρόπο την αξία του έργου μέσα από πρακτικές ΕΡ αλλά διαφοροποιείται στον άξονα της δημιουργίας νοήματος αφού εστιάζει στην ανάπτυξη μοντέλων (sM1) αντί την ερμηνεία δεδομένων (sM2).

Χαρακτηριστικά τμήματα της απομαγνητοφώνησης για την αποτίμηση των εκπαιδευτικών αναφορικά με το έργο τους είναι:

«...Στα πλαίσια του σχολείου ήταν ακόμα μια δράση ενώ στην επιστροφή στη συζήτηση αναπτύχθηκε πνεύμα ομάδας και προσωπικού νοήματος.» **Z1Tε2**

«...Όχι, απλά νομίζω ότι πήγαμε καλά. Οι μαθητές δεν ξέρω αν θα το αξιολογήσουν, σίγουρα μια αξιολόγηση θα είναι αν θα επιλέξουν και την επόμενη χρονιά κάποιο παρόμοιο πρόγραμμα...» **Z2Π**

5.1.4 Αποτελέσματα για το Γενικό Ερευνητικό Ερώτημα RQ

R.Q: Πώς οι εκπαιδευτικοί σχεδιάζουν, υλοποιούν και αποτιμούν μια διδακτική παρέμβαση με βάση τον άξονα της διεπιστημονικότητας σε ένα έντεχνο Project ΕΡ;

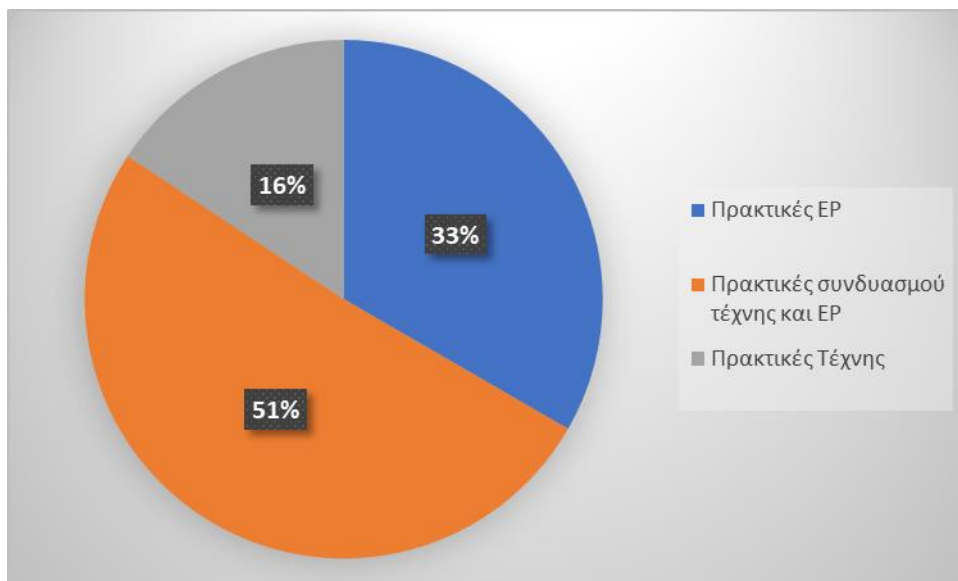
Τα αποτελέσματα για το ερώτημα θα έρθουν ως συγκεντρωτικά και αθροιστικά από τα παραπάνω γραφήματα για να δώσουν τη γενική αποτίμηση της έρευνας σχετικά με το πως σκέφτηκαν, σχεδίασαν, εφάρμοσαν και τελικά αξιολόγησαν το Project τους.

Πίνακας 12: Ζεύγη Z1 και Z2, RQ

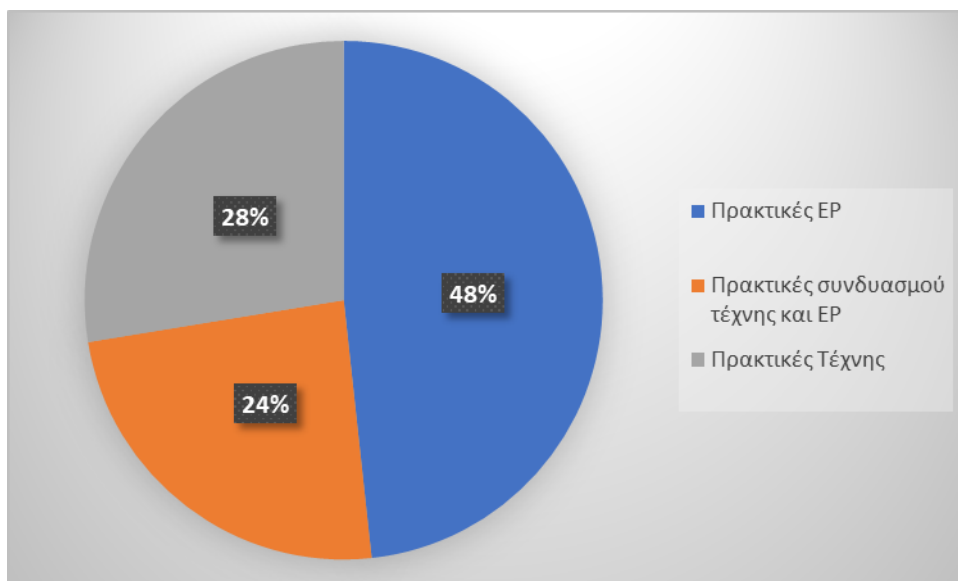
	Πρακτικές ΕΡ		Συνδυαστικές Πρακτικές		Πρακτικές Τέχνης	
	Ζεύγος 1	Ζεύγος 2	Ζεύγος 1	Ζεύγος 2	Ζεύγος 1	Ζεύγος 2
Απόλυτη συχνότητα	17	14	26	7	8	8
Σχετική συχνότητα %	33.34	48.3	50.1	24.1	15.66	27.6

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Εικόνα 12α. Ζεύγος Z1, RQ



Εικόνα 12β. Ζεύγος Z2, RQ



Αθροίζοντας τα επιμέρους Ερευνητικά Ερωτήματα, είναι ξεκάθαρη η εικόνα για τους διαφοροποιημένους τρόπους που τα δύο ζεύγη αντιμετώπισαν τα Project. Αρχικά συγκρίνοντας και μόνο τον αριθμό των ευρημάτων, δηλαδή (51) έναντι (29) φαίνεται η ευρεία γκάμα από ζητήματα αλλά και παρατηρήσεις που προέκυψαν στη μια από τις δύο περιπτώσεις, η ποιότητα αλλά και λεπτομέρειες των οποίων θα συζητηθούν παρακάτω. Αυτή η διαφοροποίηση υποδεικνύει το γεγονός πως οι εκπαιδευτικοί του Z1 κατεύθυναν το σχεδιασμό τους προς αλληπάλληλους κύκλους διεργασιών κατάκτησης γνώσης και σχεδιασμού με αποτέλεσμα να προκύψει αυτή η αριθμητική υπεροχή που αποτυπώνεται παραπάνω.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω ευρήματα και από την ποιοτική μελέτη στους κώδικες που εμφανίστηκαν, εξάγονται τα εξής χαρακτηριστικά για τα Project που σχεδίασαν, εφάρμοσαν

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

και αποτίμησαν τα δύο ζεύγη: Το Project του Z1 βασίστηκε σε όλες τις φάσεις πάνω στη στοχοθεσία που έθεσαν από κοινού οι δυο εκπαιδευτικοί. Βασικός γνώμονας ήταν η εξυπηρέτηση και διασφάλιση του διεπιστημονικού χαρακτήρα αφού τονίστηκαν όλες οι πτυχές από τις συνδυαστικές πρακτικές (βλ. εικόνα 7β) και διασφάλισαν την ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης με βάση τους πυλώνες της μεθοδολογίας FERTILE (βλ. 2.1.4). Οι μαθητές του Z1 δημιούργησαν μοντέλα τα οποία αναθεωρούσαν συνεχώς διατηρώντας κριτική στάση και μέσα από αυτά δημιούργησαν λύσεις τις οποίες συζητώντας με τους εκπαιδευτικούς τους στο πέρας της διαδικασίας και με αυτό το σκοπό έβγαλαν κρίσιμα συμπεράσματα για τον επόμενο σχεδιασμό τους. Οι εκπαιδευτικοί σε όλη τη φάση της υλοποίησης του σχεδιασμού τους ήταν ευέλικτοι στις περιπτώσεις που χρειάστηκε να παρεκκλίνουν του αρχικού τους σχεδιασμού αλλά η συστηματική καταγραφή και εποπτεία των στόχων τους είναι που τους έδωσε τη δυνατότητα της προσαρμογής χωρίς να ξεφύγουν από το σκοπό του έργου τους. Εδώ αναδεικνύεται η παιδαγωγική ισχύς και οι δυνατότητες που προσφέρουν τα εποπτικά και σχεδιαστικά εργαλεία της μεθοδολογίας FERTILE στη στοχοπροσήλωση των εμπλεκόμενων εκπαιδευτικών. Σε αντίθεση με αυτό, το Z2 βασίστηκε στην έρευνα και την παρουσίαση δεδομένων και αναφορικά με τους στόχους τους, από τη στιγμή που εκφράστηκαν μόνο προφορικά μεταξύ τους δεν αποτέλεσαν ποτέ σημείο αναφοράς ή αναστοχασμού κατά τη διάρκεια του Project. Τέλος, περιορίστηκαν σε επιμέρους σχεδιασμό και στόχους στα επιμέρους γνωστικά τους αντικείμενα αντιθέτως με το Z1 που αντιμετώπισε το Project ως ενοποιημένο πεδίο, προσπαθώντας να περάσουν πέρα από τα επιμέρους αντικείμενα.

5.2 Συμπεράσματα και συζήτηση

Η παρούσα έρευνα είχε ως στόχο να εξεταστεί το πως σκέφτονται και λειτουργούν οι εκπαιδευτικοί όταν σχεδιάζουν και εφαρμόζουν ένα διεπιστημονικό Project που εμπλέκει Εκπαιδευτική Ρομποτική και Τέχνη. Για το λόγο αυτό διατυπώθηκαν τα παραπάνω Ερευνητικά Ερωτήματα και καταστρώθηκε ένα πλάνο απάντησης τους με τη μορφή που περιεγράφηκε και με γνώμονα όλους τους περιορισμούς και τα διαθέσιμα μέσα που μπόρεσαν να επιστρατευθούν. Χρησιμοποιήθηκε η βιβλιογραφική μελέτη αναφορικά με την ανάλυση και εντοπισμό των θεμάτων και αυτά εντοπίστηκαν ανά κωδικούς στις απομαγνητοφωνήσεις της δομημένης συνέντευξης που έλαβε χώρα. Τα συμπεράσματα που εξάγονται αναφέρονται στους εξής άξονες: Την αντιμετώπιση του διεπιστημονικού Project με κριτήρια τα οποία έθεσαν οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί και πως αυτά φάνηκαν στο σχεδιασμό και την εφαρμογή τους, τη στάση τους κατά τη διάρκεια της συνεχούς τους εμπλοκής με το έργο και τη μανθάνουσα κοινότητα τους και τέλος την εικόνα τους για το τι συνέβη στο περιβάλλον τους τόσο αναφορικά με την άποψη και ανατροφοδότηση των μαθητών αλλά και την προσωπική τους εξέλιξη ως εκπαιδευτικοί.

Συγκρίνοντας τα παραπάνω γραφήματα μεταξύ τους βλέπουμε από τη μια μεριά ίσες ή σχεδόν ίσες δράσεις τεχνών ή ΕΡ αλλά από την άλλη τον πολλαπλασιασμό των ενοποιημένων/STEAM πρακτικών. Τα συμπεράσματα που εξάγονται είναι πως η χρήση της πλατφόρμας FERTILE ως υπόβαθρο και υποστήριξη για το σχεδιασμό επίδρασε πολυεπίπεδα. Οι διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται αναφορικά με την εμπλοκή των εκπαιδευτικών στη διαδικασία σχεδιασμού ακολουθούν το ίδιο μοτίβο και στις τρεις φάσεις του όπως φαίνεται παραπάνω και μάλιστα το συμπέρασμα είναι καταφανές:

Χωρίς να παραγκωνίζεται η σημασία των επιμέρους κλάδων, η μεθοδολογική αντιμετώπιση του σχεδιασμού αναφορικά με τη στοχοθεσία και την περιγραφή των δραστηριοτήτων εμπλούτισε σε όλες τις φάσεις το έργο δημιουργώντας τις συνθήκες για την εμφάνιση πρόσθετης αξίας με τη μορφή ενοποιημένων, ενσωματωμένων από τη μεριά της τέχνης

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

STEAM πρακτικών οι οποίες υπερσχύουν σε κάθε φάση επιμέρους αλλά και συγκεντρωτικά των αντίστοιχων μονομερών ως προς τα αντικείμενα πρακτικών.

Συγκρίνοντας με το προφίλ των εκπαιδευτικών ([Report on educators' profiling](#), 2022) που ενεπλάκησαν στη μεθοδολογία FERTILE, βλέπουμε την ταύτιση με την άποψη πως η μεγαλύτερη δυσκολία για το σχεδιασμό διεπιστημονικών δραστηριοτήτων είναι η συνεργασία με εκπαιδευτικούς διαφορετικού αντικείμενου, ένα ζήτημα το οποίο μετακυλιέται και ως δυσκολία στην εφαρμογή των έργων. Αυτό αποτυπώνεται και στο πρώτο ερευνητικό ερώτημα όταν το Z2 κατά τη στοχοθεσία εμφάνισε ένα μοναδικό ενοποιημένο θέμα ενώ την αντιμετώπισε ο καθένας από τη μεριά του. Αντιθέτως στο Z1 η κοινή στοχοθεσία φάνηκε να διευρύνει και να εμπλουτίζει το πλήθος των ζητούμενων από το έργο τους αλλά προσθέτοντας σε αυτό κοινούς στόχους που περιέχουν και τα δύο ξεχωριστά αντικείμενα. Συνεπώς και απαντώντας στο σχετικό ερώτημα, οι εκπαιδευτικοί κατά τη στοχοθεσία σκέφτονται έχοντας ως αφορμή τα επιμέρους γνωστικά τους αντικείμενα, παραμένουν δηλαδή αφοσιωμένοι στον καθορισμό των εκπαιδευτικών τους στόχων αλλά όταν έχουν ένα πεδίο συζήτησης και σχετική επιμόρφωση πάνω σε διεπιστημονικές προσεγγίσεις, συνεργαζόμενοι και ανταλλάζοντας απόψεις εμπλουτίζουν την παλέτα τους και δημιουργούν τις συνθήκες και προϋποθέσεις για την εμφάνιση πρόσθετης αξίας και καλλιέργειας επιπλέον δεξιοτήτων.

Έχοντας τη συγκεκριμένη στοχοθεσία αποτυπωμένη σαφώς, αναπτύσσουν και το κοινό πλαίσιο κατά την εφαρμογή του σχεδιασμού. Αντιμετωπίζουν το Project ως συλλογική προσπάθεια, μια από κοινού δουλειά στην οποία συμμετέχουν και εκπροσωπούνται ισότιμα. Ένας χαρακτηριστικός διάλογος του Z1 δείχνει ακριβώς αυτή τη μεταστροφή της στάσης των εκπαιδευτικών από αντιδιαμετρική απέναντι σε ένα ζήτημα, σε παράλληλη:

- «...έβλεπα τον τρόπο που δούλευε ο Χ και εμπιστευόμουν την επιστημονικότητα του».
- «...ήταν ένα προϊόν καλής ζύμωσης, ήταν από κοινού ο σχεδιασμός».
- «Η εμπιστοσύνη έχει να κάνει με το να εκτιμάς με το ότι ο τομέας του άλλου είναι πολύ διαφορετικός και ετερόκλητος και το έκανε πολύ γοητευτικό. Εμπιστεύεσαι ότι δουλεύει και αυτό που έχεις και εσύ στο μυαλό σου.»
- «Δεν προσπάθησα να θέσω ανέφικτους στόχους ούτε η Ψ ήταν παρεμβατική με τα θεατρικά και με τη συζήτηση».

Κυριότερο εύρημα αναφορικά με τη γενική αποτίμηση και την προστιθέμενη αξία είναι η σύνδεση όλων των παραπάνω με εξέχουσα θέση στις συζητήσεις του Z1 την εμφάνιση ομαδικού πνεύματος και προσωπικού νοήματος. Σε αντίθεση τα μέλη του Z2 αποτίμησαν ως γενική εικόνα επιμέρους τα αντικείμενα τους μη έχοντας κάποιο πρόσθετο σχόλιο για την εμπειρία ως κοινή. Είναι αξιοσημείωτο πως κανένα από τα δύο ζεύγη δε χρησιμοποίησε κάποιο μέσο ή τεχνική αξιολόγησης (γι' αυτό και δεν έγινε η ερώτηση 12) Παρά μόνο ο Z1T ανέφερε πως ζήτησε ανατροφοδότηση από τους μαθητές τους ως προς το τι τους έμεινε, τι άρεσε, εάν θα το ξαναέκαναν, τι ανακάλυψαν για τον εαυτό τους και τι θα άλλαζαν ως προς τη θεματολογία. Αυτό το ζήτημα δείχνει την πρόθεση για την επανάληψη της διαδικασίας από τον εκπαιδευτικό και μάλιστα τη διάθεση για βελτίωση και αναπροσαρμογή.

Ιδιαίτερη αναφορά κατά την άποψη του ερευνητή χρειάζεται η απάντηση στην τελευταία ερώτηση (*Ερώτηση 16*) που αφορούσε την περιγραφή του «τι έγινε» από την πλευρά των μαθητών. Το Z2 έσπευσε να δώσει μια περιγραφή του τι έκαναν οι μαθητές του αναφερόμενος στο αντικείμενο με το οποίο είναι σχετικοί ως μια σείρα, μηχανιστική θεώρηση για το τι συνέβη.

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

Σε μεγάλη αντίθεση (και έκπληξη του ερευνητή) το Z1 συμφώνησε πως “*δε μπορώ να περιγράψω τι έγινε, έγιναν πολλά πράγματα και οι μαθητές δεν υπάρχει περίπτωση να μπορούν να περιγράψουν τι έγινε*”. Ως πρώτη ανάγνωση αυτή η δήλωση ίσως δείχνει μια απουσία εποπτείας και αντίληψης για το παραγόμενο του έργου όμως τα συμπεράσματα αυτής της έρευνας διαφέρουν. Αυτή η δήλωση αποτελεί πρώιμο στάδιο για *πέραςμα των ορίων* από τη διεπιστημονική αντιμετώπιση στη διαθεματική δημιουργικότητα. Το Z2 παραδέχεται πως το έργο του είναι κάτι *υβριδικό* κάτι *νέο*, *στο οποίο κανείς δεν είχε σαφή ρόλο και δε μπορεί να περιγράψει*. Βλέπουμε δηλαδή ότι σε αυτή την προσέγγιση, δε λειτούργησε ούτε το Θέατρο αλλά ούτε και η ΕΡ ως εργαλείο απλώς για το διάνθισμα εκατέρωθεν αλλά ως μια πλατφόρμα για τη δημιουργία μιας νέας μορφής γνωστικού αντικείμενου που λαμβάνει χαρακτηριστικά και από τα δύο όμως είναι κάτι ξεχωριστό, σύγχρονο και με υπόσταση από μόνο του.

Αναφορικά με την κατάταξη των δύο σχεδιασμών στα τεταρτημόρια του Πίνακα 7, και στους δύο σχεδιασμούς εμφανίζεται η αλληλουχία μεταξύ *Πρόθεσης-Συνεργασίας και Παραγόμενου*. Αυτό τα κατατάσσει και τα δυο στο άνω ημικύκλιο όπου εμφανίζεται παιδαγωγική διάσταση όμως εκεί που διαφοροποιούνται, είναι στον εργαλειακό χαρακτήρα. Το γεγονός εμφάνισης περισσότερων STEAM θεμάτων στο σχεδιασμό του Z1 το κατατάσσει στο Τεταρτημόριο 4 (*Mutually Instrumental & Pedagogical*) και βέβαια χαρακτηρίζεται ως ο πλέον πετυχημένος και πλούσιος αναφορικά με αυτό το πλαίσιο σχεδιασμός ενώ ο σχεδιασμός του Z2 είναι μονόπλευρος ινστρουμενταλιστικά, δηλαδή χρησιμοποιεί την Τέχνη ως εργαλείο και εφόρμηση για ενασχόληση με το αντικείμενο της ΕΡ. Το θέατρο σκιών δηλαδή σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιήθηκε μόνο για να γίνει το αντικείμενο της ΕΡ πιο ελκυστικό για τους μαθητές και να αποτελέσει ένα εναλλακτικό τρόπο και μέσο για να ασχοληθούν με αυτήν. Συνεπώς κατατάσσεται στο Τεταρτημόριο 3 (*One-sided Instrumental & Pedagogical*).

Συμπερασματικά, ο άξονας της διεπιστημονικότητας σε ένα έντεχνο Project ΕΡ έχει – και χρειάζεται – ως συνοδό σε όλη τη διάρκεια του σχεδιασμού μια μεθοδολογία η οποία να υποστηρίζει τους εκπαιδευτικούς σε αυτό τους το έργο. Αυτή προσφέρει το πλαίσιο για τη συνεργασία, τη συζήτηση και την επίλυση ζητημάτων όπως αυτά περιγράφονται αλλά και ζητούνται από τους εκπαιδευτικούς ([Report on educators' profiling](#), 2022). Τότε και μόνο τότε δημιουργούνται οι συνθήκες για την ουσιώδη εμπλοκή όλων σε ένα Project το οποίο τους βοηθά να περάσουν από κατώτερης μορφής συνεργασίες και διεπιστημονικές πρακτικές σε καινοτόμες δράσεις και παραγωγή νέων και υβριδικών τρόπων μάθησης, δηλαδή πραγματικά διαθεματικά έργα και όχι μια “add-on” εμπειρία.

5.3 Περαιτέρω έρευνα

Η φυσική συνέχεια του παρόντος εγχειρήματος είναι διττή. Αρχικά η προέκταση της έρευνας σε άλλα αντικείμενα τέχνης και STEM αλλά και η κατά μήκος διερεύνηση όλου του σχεδιασμού των εκπαιδευτικών και η φυσική παρουσία του ερευνητή σε όλη τη διαδικασία. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι τέχνες ενέχουν αντικείμενα τα οποία είναι δυσθεώρητο να αποτυπωθούν και να καταγραφούν. Ως ένα συνεχώς εξελισσόμενο και ζωντανό πεδίο συνδεδεμένο με την ανθρώπινη φύση καθαυτή, η εμφάνιση νέων μορφών προτρέπει τη μελέτη των υπαρχόντων. Η ορθολογική αλλά και με νόημα ενσωμάτωση τους απαιτεί την επιμέρους και κατά περίπτωση αντιμετώπιση τους από ειδήμονες στο αντικείμενο, έχοντας γνώση των επιστημών της εκπαίδευσης. Έτσι θα ανοίξει ο δρόμος διαθεματικών προσεγγίσεων στο πλαίσιο των οποίων η ΕΡ θα αποτελεί βασικό εκφραστή των αντικειμένων του STEM και συντηκόμενο με τις διάφορες μορφές τέχνης θα δημιουργεί

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

αλλοτροπικές μορφές γνωστικών αντικειμένων που θα δημιουργούν ένα σύνθετο περιβάλλον μάθησης για τις ανάγκες των μαθητών και των μελλοντικών πολιτών του 21^{ου} αιώνα.

Έτσι προτείνεται κατ' αρχάς η επανάληψη των σχεδιασμών και η λεπτομερής καταγραφή τους κατά μήκος όλης της διάρκειας τους ώστε ο ερευνητής να έχει δεδομένα από την προσωπική του καταγραφή των γεγονότων και να μπορεί να τα συγκρίνει με την προοπτική των εκπαιδευτικών. Παρόντας στη διαδικασία θα έχει πρόσβαση σε δεδομένα από τους μαθητές-συμμετέχοντες και θα μπορεί να συγκρίνει άμεσα την αλληλεπίδραση τους. Η χρονική μετάθεση της καταγραφής των γεγονότων και της εμπειρίας όπως αυτά περιγράφονται μπορεί να παρακάμψει κρίσιμα σημεία που διέφυγαν ή δεν ανασύρθηκαν έγκαιρα από τη μνήμη των συνεντευξιαζόμενων. Αυτή η διαδικασία ενισχύει την εγκυρότητα των ευρημάτων κατά τη φάση της αξιολόγησης διότι παρέχονται διαφορετικές προοπτικές για το ίδιο δρώμενο και υπάρχει η δυνατότητα ανατροφοδότησης των εκπαιδευτικών από τον ερευνητή. Σε συνέχεια αυτού και εάν δίνεται η δυνατότητα, μπορεί ο ερευνητής να παρακολουθεί τις φάσεις βελτιστοποίησης και επανάληψης του σχεδιασμού σε διαφορετικές σχολικές χρονικές ώστε να καταγράφει την πορεία ανασχεδιασμού τόσο του εκπαιδευτικού σεναρίου αλλά και της πλατφόρμας βάσει της οποίας γίνεται ο σχεδιασμός. Ο εμπλουτισμός της με πλαίσια αποτίμησης και αναστοχασμού είναι απαραίτητα καθώς και η λεπτομερής καταγραφή και συμπλήρωση τους μετά από κάθε φάση σχεδιασμού. Με αυτό τον τρόπο και την κατάλληλη ανάλυση των δεδομένων θα μπορέσει να φέρει στην επιφάνεια νέα θέματα που προκύπτουν από αυτό το νέο τρόπο συν-δημιουργίας και θα αποτελέσει το εφαλτήριο για τη μελέτη του μηχανισμού δόμησης της νέας γνώσης στην οποία όλα τα αντικείμενα εκπροσωπούνται ισάξια και την εγκαθίδρυση του γενεσιουργού χώρου που ονομάζεται STEAM.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΑΠΟΜΑΓΝΗΤΟΦΩΝΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

	Απαντήσεις	Κώδικες
Ερώτηση 1: Πόσο διήρκησε ο σχεδιασμός;	Z1Π: Σχεδιάστηκε εν μέρει, ο <u>σχεδιασμός εξελισσόταν</u> στην πορεία. Δεν παρέμεινε αυστηρά ο αρχικός σχεδιασμός.	SM2
	Z1Τ: Μια εβδομάδα χονδρικά. Έγινε γρήγορα γιατί έπρεπε να ξεκινήσει γρήγορα. Ήταν <u>ανοικτός σχεδιασμός</u> , αξιοποιώντας το υλικό από τους μαθητές <u>προσαρμοζόταν</u> ο σχεδιασμός.	SM3 SM2
	Z2Π: Το <u>πρόγραμμα της ρομποτικής φτιάχνεται</u> περίπου σε μια εβδομάδα στη διάρκεια της χρονιάς, με αυτό το Project ασχοληθήκαμε μία ημέρα	sE2
	Z2Τ: Κάποιες ώρες μέσα σε μια ημέρα <u>ασχοληθήκαμε</u> , δε χρειάστηκε παραπάνω νομίζω.	sE2

	Απαντήσεις	Κώδικες
Ερώτηση 2. Ακολουθήσατε κάποια μεθοδολογία για το σχεδιασμό; Ήταν και οι δύο εκπαιδευτικοί ενήμεροι ή χρειάστηκε να γίνει κάποια επιμόρφωση; Επερώτηση: Για το Fertile, ήσασταν ενήμεροι ή χρειάστηκε κάποια επιμόρφωση; Αφιερώσατε χρόνο να μάθετε το Fertile?	Z1Π: <u>Ακολουθούσαμε τη μεθοδολογία</u> Fertile, βασικός στόχος να συμμετέχουν όλα τα παιδιά της τάξης, ήταν ο βασικός πυρήνας (26 παιδιά). Οι δραστηριότητες να είναι σε πραγματικές συνθήκες στη δυναμική της τάξης. Οι στόχοι ήταν εβδομαδιαίοι αλλά προσαρμόζονταν στην τάξη. Υπήρχαν παραγόμενα και βάσει αυτών <u>τροποποιούνταν οι στόχοι</u> και προσαρμοζόταν στη ρομποτική για να βγει η	SM1 SM1 SM2 SM1

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

	κατασκευή. Η ρομποτική είναι συνήθως καθοδηγούμενη, τώρα έγινε πιο <u>ελεύθερα</u> . Z1Πε: <u>Είμαι στην ερευνητική ομάδα</u> , δε χρειάστηκε χρόνος.	
	Z1Τ: Οι δραστηριότητες είχαν τη <u>δική τους στοχοθεσία</u> από το θέατρο, γινόταν <u>προσπάθεια να συνδυαστούν</u> με τη στοχοθεσία της ρομποτικής. Z1Τε: Εγώ αφιέρωσα κάποιο χρόνο, χρειάστηκε χρόνος για την τεχνολογία που θα εφαρμοζόταν.	sM1 SM3
	Z2Π: Δεν ακολουθήσαμε κάποια μεθοδολογία, έχουμε και οι δύο αρκετή εμπειρία νομίζω ώστε να μπορούμε να <u>προσαρμόσουμε ένα ρομπότ και μια κατασκευή ώστε να κάνουν κάτι μαζί</u> .	sM3
	Z2Τ: Όχι, δε σχεδιάζουμε βάσει κάποιας μεθόδου, εγώ όταν πρέπει να κάνω κάτι διαφορετικό από τα συνηθισμένα, <u>κόβω σε κομμάτια την παράσταση και τη δουλεύουμε ένα ένα</u> . Στο τέλος, τα βάζουμε όλα μαζί και κάτι βγαίνει.	AE2

	Απαντήσεις	Κώδικες
Ερώτηση 3: Χρειάστηκε να συζητήσετε και να επιμορφωθείτε εκατέρωθεν για τα γνωστικά σας αντικείμενα;	Z1Π: Ήμουν παρούσα στις δραστηριότητες του θεάτρου, <u>έβλεπα και διαβάζοντας τις δραστηριότητες και τους στόχους</u> του Z1Τ. Σταδιακά καταλάβαινα ποιοι είναι οι στόχοι. «Τι <u>περιμένεις από τα παιδιά</u> με αυτή τη	SE1 sE1

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

	δραστηριότητα που τους βάζεις?»	
	Z1T: Κάναμε μια δίωρη διαδικτυακή συνάντηση, <u>αρκετές τηλεφωνικές συνομιλίες</u> μαζί με περίπου 3 ώρες προσωπικού χρόνου	SE3
	Z2Π: Όχι, ο καθένας θα ασχολούνταν με το δικό του μέρος, εξάλλου τα μαθήματα θα γίνονταν ξεχωριστά και μετά όταν έπρεπε να γίνει το θέατρο μαζί θα κάναμε την <u>προσαρμογή</u> .	SM3
	Z2T: Τι, να μάθω εγώ ρομποτική για να κάνουμε ένα θέατρο; Και τι τον έχουμε αυτόν εδώ πέρα; (Γέλια). Όχι, νομίζω ότι είμαι εντάξει με αυτά που ξέρω για να μπορέσω να ακολουθήσω αυτό που γίνεται. <u>Εξάλλου εδώ θα είμαστε για όσο συνεργαζόμαστε.</u>	sC2

	Απαντήσεις	Κώδικες
Ερώτηση 4: Είχατε συγκεκριμένη στοχοθεσία; Αν ναι, σε ποια γνωστικά μέρη και ποιες δεξιότητες στοχεύσατε;	Z1Π: // Η στοχοθεσία περιγράφεται σε σχετική μπροσούρα της <u>μεθοδολογίας FERTILE</u>	sE1 SM3 AM1
	Z1T: // Η στοχοθεσία περιγράφεται σε σχετική μπροσούρα της <u>μεθοδολογίας FERTILE</u>	sE1 SM3 AM1
	Z2Π: Ο στόχος ήταν ένας και αυτό ήταν να <u>γίνει μια παράσταση</u> . Στα δικά μου μέρη, οι στόχοι είναι τα παιδιά να μάθουν μερικούς κινητήρες και αισθητήρες και αυτά να τα <u>προσαρμόσουν σε μια κατασκευή διαφορετική</u> από αυτές που κάνουν συνήθως.	AM1 SM3

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

	Z2T: Έχει στόχους το θέατρο; Εντάξει υποθέτω ότι μπορεί να είναι στόχος <u>να βγει μια παράσταση</u> που να «βλέπεται» για να μην αισθανθούν ντροπή και τα παιδιά και να περάσουν όμορφα με αυτό που έκαναν. Κατά τ' άλλα δεν είχα κάποιο άλλο στόχο.	AM1
--	---	-----

	Απαντήσεις	Κώδικες
Ερώτηση 5: Η στοχοθεσία έγινε από κοινού ή ξεχωριστά για την κάθε ειδικότητα;	Z1Π: Επειδή στο σχεδιασμό συζητούσαμε τους στόχους, τροποποιούσαμε τη στοχοθεσία μας, <u>«έχει νόημα αυτός ο στόχος»</u> , να μη γίνει μονομερώς ο στόχος. Γινόταν προσαρμογή των στόχων ή κάποιος <u>συγχρονισμός</u> . Να μην υπάρχει μια ημέρα στο θέατρο ή τη ρομποτική που να περιμένει ο ένας τον άλλο	SE2 SM2
	Z1T: Είχαμε μια στοχοθεσία ο <u>καθένας ξεχωριστά</u> για τις δραστηριότητες του αλλά προσπαθήσαμε να έχουμε κοινούς στόχους και για τους δύο πάνω <u>στη φόρμα και τα CT skills.</u>	AM1 sE3
	Z2Π: Εγώ <u>ασχολήθηκα με το να βγάλω το δικό μου πρόγραμμα</u> σπουδών όσο αφορά το τι θα μάθουν.	sE2
	Z2T: Τα είπαμε πριν, να βγεί μια όμορφη παράσταση σε καλό κλίμα για όλους.	

	Απαντήσεις	Κώδικες
Ερώτηση 6: Ποιες δεξιότητες των μαθητών θα θέλατε να αναπτύξετε και πως συνδέονται αυτές με τη στοχοθεσία σας;	Z1Π: Και οι στόχοι αλλά και οι πρακτικές που ακολουθήσαμε, πέρα από τις κατασκευές στη ρομποτική, είχαν τεθεί οι στόχοι για το τι θέλω να έχουν οι κατασκευές αλλά	SM4

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

	δεν είχα στο μυαλό μου το τι θα φτιάξουν τα παιδιά γιατί θα το αποφάσιζαν εκείνα οπότε ήμουν πιο ανοικτή στο τι θα παραχθεί. <u>Είχα μια αναμονή για το εάν θα προκύψουν νέες έννοιες.</u>	
	Z1T: // Δεν απάντησε.	
	Z2Π: Να μάθουν να <u>κατασκευάζουν κάτι χωρίς δοσμένα βήματα.</u>	sM1
	Z2T: Να μπορέσουν να εκφραστούν και να συνεργαστούν σύμφωνα με αυτά που έχουν στο κεφάλι τους και που <u>θέλουν να κάνουν πάνω σε ένα σενάριο.</u>	AM2

	Απαντήσεις	Κώδικες
Ερώτηση 7: Πως ήταν μετρήσιμη η επίτευξη των στόχων που τέθηκαν; Έγινε από κοινού αποτίμηση τους ή η κάθε ειδικότητα ασχολήθηκε περισσότερο/εξ' ολοκλήρου με το δικό της αντικείμενο;	Z1Π: Κυρίως στη ρομποτική, υπήρχαν πολλά παραγόμενα αλλά και στο θέατρο υπήρχε radlet. Κυρίως για την <u>ΥΣ το μέτρο αξιολόγησης ήταν το παραγόμενο.</u> Δεν υπήρχε κάποιο τεστ ή ρουμπρίκα. Και από το θέατρο το πιο δυνατό <u>δείγμα ήταν το βιωματικό</u>	sE3 AC2
	Z1T: Αναφορικά με το θέατρο, (θεατροπαιδαγωγικά) μέσω της <u>παρατήρησης και συζητήσεων ανατροφοδότησης στο τέλος της ώρας.</u> Επειδή ήταν ανοικτή διαδικασία. Επειδή η επόμενη μέρα σχεδιαζόταν πάνω στην προηγούμενη, <u>το γεγονός ότι αυτό προχωρούσε ήταν από μόνο του ένα δείγμα ότι επιτεύχθηκε η στοχοθεσία.</u>	AC1 sC1 SM2

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

	Από τη στιγμή που τα παιδιά έδιναν υλικό, υπήρχε μια επίτευξη των στόχων στις δραστηριότητες.	
	Z2Π: Δεν έχουμε κάποιο τεστ στο τέλος, αλλά τουλάχιστον μπόρεσαν να φτιάξουν τις κατασκευές <u>χωρίς να χρειαστεί να επέμβω πολύ.</u>	sC1
	Z2Τ: Το ότι βγήκε τελικά η παράσταση χωρίς απρόοπτα νομίζω ότι τα λέει όλα. Πέρα από αυτό, δεν έχω ένα τρόπο να μετρήσω το πόσο καλά εκφράστηκαν ή πόσο καλά συνεργάστηκαν. Δεν τσακώθηκαν πολύ, δεν πιάστηκαν στα χέρια, δε διαλύσαν τις κατασκευές τους γιατί διαφωνούν οπότε <u>θεωρώ ότι μια χαρά πήγε η συνεργασία.</u>	sC1

	Απαντήσεις	Κώδικες
Ερώτηση 8: Υπήρξαν διαφωνίες για την εφαρμογή του σχεδιασμού; Αν ναι, τι αφορούσαν και πως επιλύθηκαν; Επερώτηση: Θα μπορούσατε δηλαδή να υποστηρίξετε ότι το βασικότερο κομμάτι της διεπιστημονικότητας είναι η εμπιστοσύνη;	Z1Π: Αρχικά μπορεί να είχαμε διαφορετικές ιδέες αλλά εύκολα τροποποιούνταν οι ιδέες μας. Από μεριάς μου <u>έβλεπα τον τρόπο που δούλευε ο Χ και εμπιστευόμουν την επιστημονικότητά του.</u> Z1Πε: Η εμπιστοσύνη έχει να κάνει με το να εκτιμάς με το ότι ο τομέας του άλλου είναι πολύ διαφορετικός και ετερόκλητος και το έκανε πολύ γοητευτικό. Εμπιστεύεσαι ότι δουλεύει και αυτό που έχεις και εσύ στο μυαλό σου.	SC2 AE1 SE1
	Z1Τε: Συζητούσαμε αρκετά, <u>ανταλλάσσαμε συνεχώς απόψεις.</u> Δε χρειάστηκε	sC1

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

	<p>κάποια στιγμή να είναι κάποιος πολύ απόλυτος. Εγώ εμπιστευόμουν πολύ τη Ψ, αυτή εμένα. Από κοινού πορευτήκαμε και ανταλλάσαμε ιδέες. Και εγώ έδωσα ιδέες για τη ρομποτική και η Χ για το θεατρικό. Ήταν ένα <u>προϊόν καλής ζύμωσης</u>. Ήταν από κοινού ο σχεδιασμός.</p> <p>Z1Τε: Δεν προσπάθησα να θέσω ανέφικτους στόχους ούτε να είναι παρεμβατική η Χ με τα θεατρικά και με τη συζήτηση.</p>	SM3
	<p>Z2Π: Εντάξει, μερικές φορές αυτό που σκέφτεσαι δεν είναι και πολύ σε συντονισμό με αυτό που σκέφτεται ο άλλος αλλά τα βρήκαμε. Οι διαφωνίες ήταν κυρίως στο μέγεθος της κατασκευής γιατί τα παιδιά από τη μία θεωρούσαν ότι θα κάνουν κάτι μεγαλύτερο από αυτό που μπορούσαν ενώ δεν είχαν δει τη σκηνή και τελικά έπρεπε να προσαρμοστούμε σε όλο αυτό και ή ο ένας θα έπρεπε να κάνει μικρότερες κατασκευές ή ο άλλος μεγαλύτερη σκηνή. <u>Αλλά το βρήκαμε στο τι ήταν πιο εύκολο τελικά, και έκανα εγώ πίσω.</u></p>	SC2
	<p>Z2Τ: Ε, ναι εντάξει αυτή τη λεπτομέρεια <u>έπρεπε να την έχουμε προγραμματίσει λίγο καλύτερα από πριν</u> για να μη μπερδευτούμε μέσα στη μέση του προγράμματος αλλά δε νομίζω ότι υπήρχε και άλλη λύση τελικά.</p>	sC2

	Απαντήσεις	Κώδικες
Ερώτηση 9: Υπήρξε αναπροσαρμογή του	Z1Π: Ακόμα και τη μέρα της παρουσίασης... <u>απαιτούσε</u>	SM3

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

<p>σχεδιασμού κατά τη διάρκεια της εφαρμογής; Αυτό συνέβη λόγω έκτακτων φαινομένων (βλάβη ή ζημιά εξοπλισμού) ή θεωρείτε ότι στον επόμενο επανασχεδιασμό μπορεί να αποφευχθεί;</p>	<p>πολλή προσπάθεια στο συγχρονισμό γιατί υπήρχε σωματοποίηση αντικειμένων</p>	
	<p>Z1T: Αντιμετώπισα πρόβλημα με τα ρομποτάκια <u>να δείχνουν καλύτερα στη σκηνή</u> λόγω μεγέθους γιατί ήταν μικρά, για να μην κάνει κοιλιά όλο το δρώμενο. <u>Να βρούμε μια λύση</u> γιατί τα παιδιά έπρεπε να συνεχίσουν. Θεωρώ ότι όλα εκείνη τη στιγμή αντιμετωπίστηκαν. Εμένα δε με προβλημάτισε κάτι να πω «ωχ τι κάνουμε» βρήκαμε μια λύση για το τι κάναμε.</p>	<p>AM2 sM3</p>
	<p>Z2Π: Η αναπροσαρμογή ήταν όπως είπαμε λόγω μη συνενόησης. Λίγο πριν την παράσταση έσπασαν κάποια κομμάτια αλλά πήγα στην αποθήκη και τα αντικατέστησα.</p>	
	<p>Z2T: Νομίζω ότι για κάποια <u>βασικά specifications πρέπει να συζητάς από νωρίτερα</u> για να μη χάνεις χρόνο και αποδιοργανώνονται τα παιδιά στην τάξη. Αυτό μόνο.</p>	<p>sM2</p>

	Απαντήσεις	Κώδικες
<p>Ερώτηση 10: Μπορείτε να ανακαλέσετε σχόλια των μαθητών στο σχεδιασμό και την εφαρμογή που σας έκαναν εντύπωση ή σας αιφνιδίασαν; Πως τα</p>	<p>Z1Π: Επειδή ήταν η πρώτη επαφή με θέατρο στο σχολείο, ήταν μεγάλη τάξη και όπως έβλεπα τα παιδιά να συμπεριφέρονται και όταν τους ζητούσαν να φτιάξουν κάτι έλεγα <u>«χριστέ</u></p>	<p>SE1</p>

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

<p>αντιμετωπίσατε εσείς και ο/η συνάδελφος σας;</p>	<p><u>μου δε γίνεται να βγεί κάτι</u>» αλλά μέσα από το χάος όταν δινόταν το challenge για μια μικρή δράση, ξαφνικά έβγαινε ένα αποτέλεσμα. Πως βγήκε από αυτό το χαώδες πράγμα που νόμιζα ότι τα παιδιά δεν επικοινωνούν έβγαζαν αποτέλεσμα. <u>Ξένισε επειδή το έβλεπα διαφορετικό.</u> Πολλές φορές και η κ. Χ σχολίασε ότι αυτό το πράγμα αυτό-οργανώνεται πολύ γρήγορα και βγάζει αποτέλεσμα γρήγορα και μπαίνουν σε ρόλο.</p>	<p>SM3</p>
	<p>Z1T: Δεν αντιμετώπισα κάποιο πρόβλημα. Η ομάδα αντιμετώπισε πρόβλημα, οι μαθητές έπρεπε να αναλάβουν την ευθύνη των επιλογών τους. Λυνόταν με συζήτηση όταν κάποιοι έπαιρναν αποφάσεις της πλάκας και κάποιοι άλλοι πιο σοβαρά, μεταξύ τους βρέθηκαν σε φάση έντασης αλλά συντονιζόταν μια συζήτηση και βρισκόταν λύση και μάλιστα υπεύθυνη λύση από την ομάδα. Εν τέλει ήταν συνεπή και υπεύθυνα αν και δεν το έδειχναν από την αρχή.</p>	
	<p>Z2Π: Θυμάμαι έναν μαθητή που είχε ασχοληθεί πάλι με παρόμοιο πρόγραμμα σε διαφορετικό κέντρο να σχολιάζει συνεχώς ότι αυτά που κάνουμε είναι «λάθος» γιατί δεν του φαίνονταν γνωστά σε σχέση με αυτά που είχε διδαχθεί. Σε εκείνη τη φάση έπρεπε να βρώ ένα τρόπο να του επικοινωνήσω ότι τα δομικά στοιχεία μπορεί να είναι ίδια <u>αλλά τα χρησιμοποιούμε με διαφορετικούς τρόπους</u></p>	<p>SM4 SM1</p>

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

	<p><u>κάθε φορά ανάλογα με αυτό που θέλουμε να κάνουμε, δηλαδή φτιάχνουμε αναπαραστάσεις</u> από διαφορετικές κατασκευές ή τεχνολογίες που υπάρχουν ήδη και δεν κολλάμε σε συγκεκριμένες οδηγίες.</p>	
	<p>Z2T: Ένας μαθητής δεν ήξερε καθόλου το θέατρο σκιών και έπρεπε να <u>φέρω σαν παράδειγμα τον «Καραγκιόζη»</u>. Σε αυτή τη φάση, επειδή η λέξη έχει συνδεθεί με κάτι αστείο ή υποτιμητικό όλη η τάξη γελούσε για πολλή ώρα και έλεγε ο ένας τον άλλο Καραγκιόζη. Έπρεπε να επέμβω κάπως πιο απότομα και να εξηγήσω τη σαρκαστική μορφή του Καραγκιόζη για να σταματήσουν να γελάνε.</p>	AM3

	Απαντήσεις	Κώδικες
<p>Ερώτηση 11: Με το πέρας της εφαρμογής, σκοπεύετε να αλληλοαξιολογηθείτε μεταξύ σας για τη συνεργασία και τη συνδημιουργία σας; Επίσης, σκοπεύετε να ζητήσετε από τους μαθητές να σας αξιολογήσουν; Αν ναι, με ποιο τρόπο; Επερώτηση: από τους μαθητές δε ζητήσατε αξιολόγηση. Παρόλα αυτά, ζητήσατε κάποια ανατροφοδότηση, είχατε κάτι μετρήσιμο δεδομένο από τους μαθητές στο τέλος ή ήταν η γενική αίσθηση που άφησε;</p>	<p>Z1Π: Όχι Z1Πε: Γενικότερα το μεγάλο άγχος γιατί ήταν μαθητικό φεστιβάλ, ήταν <u>εάν θα ανταποκριθούν οι μαθητές</u>. <u>Έπρεπε να είναι κάπως πιο καλαίσθητο το αποτέλεσμα</u> γιατί ήταν μπροστά σε 19 σχολεία. Υπήρχε απόλυτος συγχρονισμός και οργάνωση, δηλαδή το αποτέλεσμα της παράστασης. Επίσης πέρα από 1 μαθητή που έσπασε το πόδι του ενώ δεν ήταν υποχρεωτικό όλοι συμμετείχαν. Άλλος ένας μαθητής δεν του πήγαινε αλλά τελικά ήρθε 25/26. <u>Θεωρώ ότι είναι επιτυχία ότι το πήραν σοβαρά και ότι στο τέλος με την ψηφοφορία πήραν πολλές ψήφους</u>.</p>	<p>SC3 AC2 SC4</p>

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

	Θεωρώ ότι το αποτέλεσμα είχε μετρήσιμους δείκτες.	
	<p>Z1T: Όχι</p> <p>Z1Tε1: Πιο πολύ η γενική εντύπωση, τη συμμετοχικότητα και πως δούλεψαν. <u>Ζήτησα ανατροφοδότηση από τους μαθητές</u> (θεατρολογία) τι τους έμεινε, άρεσε, εάν θα το ξαναέκαναν, το τι ανακάλυψαν για τον εαυτό τους (ανακάλυψα ότι μου αρέσει πιο πολύ το θέατρο), τι θα αλλάζατε (θεματολογία)</p> <p>Z1Tε2: Επιστρέφοντας στο σχολείο στο πούλμαν είχαμε μια συζήτηση που οι μαθητές <u>μοιράστηκαν τις εμπειρίες τους, έγιναν μια ειδική ομάδα</u> που εκπροσώπησαν το σχολείο τους ενώ δε φαινόταν στα πλαίσια του σχολείου. Στα πλαίσια του σχολείου ήταν ακόμα μια δράση ενώ στην επιστροφή στη συζήτηση <u>αναπτύχθηκε πνεύμα ομάδας και προσωπικού νοήματος</u></p>	<p>sC2</p> <p>sC2</p> <p>SM4</p> <p>SM4</p>
	Z2Π: Όχι, <u>απλά νομίζω ότι πήγαμε καλά</u> . Οι μαθητές δεν ξέρω αν θα το αξιολογήσουν, σίγουρα μια αξιολόγηση θα είναι αν θα επιλέξουν και την επόμενη χρονιά κάποιο παρόμοιο πρόγραμμα ή το ζητήσουν από την γραμματεία (γέλια)	AC1
	Z2T: <u>Συμφωνώ</u> , αν και ελπίζω να μην το ζητήσουν γιατί είχε πολλή δουλειά και δεν ξέρω αν προλαβαίνουμε στα πλαίσια κανονικής ροής του μαθήματος.	AC1

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

	Απαντήσεις	Κώδικες
Ερώτηση 12. Έχετε χρησιμοποιήσει κάποια τεχνική αξιολόγησης όπως την παρατήρηση, διάλογο, συνθετική εργασία ή συνέντευξη; Χρησιμοποιήσατε κάποιο από τα συνηθισμένα εργαλεία όπως μια ρουμπρίκα, έναν εννοιολογικό χάρτη ή ένα ημερολόγιο; Πως θεωρείτε ότι αυτά θα σας βοηθήσουν για τον επόμενο σχεδιασμό σας;	Z1Π: //Δεν έγινε η ερώτηση λόγω της προηγούμενης απάντησης	
	Z1Τ: // Ομοίως	
	Z2Π: // Ομοίως	
	Z2Τ: // Ομοίως	

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

	Απαντήσεις	Κώδικες
<i>Ερώτηση 13. Σύμφωνα με την περιγραφή του ρόλου των μαθητών, πως θεωρείτε ότι εξυπηρετήθηκε η διεπιστημονικότητα του έργου;</i>	Z1Π: <u>Ναι, πέρα από τα αρχικά μαθήματα που οι μαθητές δεν είχαν αντιληφθεί τι γίνεται</u> (καλά, περιμένετε εμάς να λειτουργήσουμε έτσι; Εμείς λειτουργούμε διαφορετικά με κανόνες.)	SC3
	Z1Τ: Τα ίδια πιστεύω.	SC3
	Z2Π: Οι <u>μαθητές μπορούν μόνο να περιγράψουν το ρόλο τους στο θεατρικό</u> , για παράδειγμα ότι ο ένας υποδύθηκε ένα σκύλο ή το δέντρο	SM2
	Z2Τ: // Δεν απάντησε	

	Απαντήσεις	Κώδικες
<i>Ερώτηση 14. Θεωρείτε ότι θα μπορούσατε να οργανώσετε μόνοι/ες σας ή με έναν/μία εκπαιδευτικό της ίδιας ειδικότητας την παράσταση; Πόσες φορές και για ποιο αντικείμενο ζητήσατε βοήθεια από το/τη συνάδελφο σας;</i>	Z1Π: Εμένα μου είναι πολύ δύσκολο, είχα εκπλαγεί γιατί το δικό μου μάθημα είναι πιο καθοδηγούμενο, πιο ρεαλιστικά εάν μια κατασκευή δουλεύει ή δε δουλεύει. Δε φανταζόμουν ότι μαθητές μπορούν να το εντάξουν στο θέατρο και να τα εντάξουν και να μπουν και οι ίδιοι σε μια ιστορία. Δε θεωρώ η ίδια ότι μπορώ να μπω σε μια ιστορία άρα θεωρώ ότι και οι μαθητές δε μπορούν. Θεωρώ πως και στο δημοτικό μπορώ και εγώ να φτιάξω μια ιστορία και ένας θεατρολόγος να ασχοληθεί με τη ρομποτική. Άντε να το έκανα με κάποιον έτοιμο σενάριο που το έχει φτιάξει κάποιος θεατρολόγος που ξέρω ότι δουλεύει αλλά και πάλι... <u>την καθοδήγηση πρέπει να την έχει κάνει κάποιος ειδικός.</u> Δε μπορώ	SC3

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

	να το κάνω γιατί έχει το βίωμα που εγώ δε μπορώ να το κάνω γιατί δε μπορώ να πω πως νιώθει η μπασκέτα ενώ ο Χ μπορεί να το κάνει με πολλή σοβαρότητα.	
	Z1T: Νομίζω ότι η βοήθεια είναι απαραίτητη, δεν γνωρίζω το αντικείμενο. Η Χ, μου έδωσε πληροφορίες και <u>δε νομίζω ότι μπορώ να δουλέψω εάν δεν επιμορφωθώ</u> . Ακόμα και για να σχεδιάσω κάτι πρέπει να έχω τις απαραίτητες πληροφορίες για το αντικείμενο που θα πρέπει να δουλέψω. ΠΧ δεν ήξερα μέχρι που φτάνουν οι δυνατότητες μας στο kit που προσφερόταν. Ρεαλιστικά τι κινήσεις μπορούμε να κάνουμε και να αξιοποιήσουμε τις δυνατότητες που μπορεί να μας δώσει το κάθε kit. Νομίζω πως χωρίς συνεργασία δε γίνεται.	SC3
	Z2Π:Με έναν πληροφορικό ακόμα? <u>Με τίποτα, δε γίνεται και δε μπορώ να σκεφτώ καν να μπορέσω να φτιάξω σενάριο ή να κρίνω ρόλους.</u>	sC1
	Z2T: Ναι, νομίζω ότι μπορώ αλλά αυτό εγώ γιατί έχω επιμορφωθεί αρκετό καιρό στο αντικείμενο της ρομποτικής αλλά <u>μόνο εάν μιλάμε για πράγματα που έχω δει ήδη</u> , τώρα σε μια καινούργια πλατφόρμα δεν ξέρω τι θα έκανα, μάλλον θα ήμουν μια ώρα στο τηλέφωνο να ζητάω βοήθεια.	SC3

	Απαντήσεις	Κώδικες
--	-------------------	----------------

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

<p>Ερώτηση 15: Ποιες από τις δεξιότητες σας ως εκπαιδευτικοί θεωρείτε ότι καλλιεργήθηκαν ή αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια σχεδιασμού και εφαρμογής του έργου;</p>	<p>Z1Π: Δεν απάντησε</p>	
	<p>Z1Τ: Μου έδωσε την ευκαιρία να <u>ασχοληθώ με το μάθημα της πληροφορικής</u>. Ήταν η πρώτη μου επαφή, συνήθως κάνουμε διαθεματικά Project με φιλολόγους. Μόνο και μόνο σαν challenge να συνδυαστούν αυτά τα 2, από μεριάς ρομποτικής είδα ότι δεν παίρνω απλά τα ρομπότ και κάνω κάτι με αυτά αλλά να <u>θέσω μια στοχοθεσία σχετική</u>. Και με τα προβλήματα που αντιμετωπίσαμε αν και δεν ήταν τόσο σημαντικά ήταν περιορισμένες οι κινήσεις των ρομπότ, πως θα συνυπάρξουν με τους μαθητές στη σκηνή, πως να κάνουμε πιο μεγάλα τα ρομπότ, να κάνουμε πιο καλές τις κινήσεις. Σε συνεργασία με τους μαθητές να βρούμε λύσεις για τα προβλήματα που προκύπταν. Μου φάνηκε πολύ ενδιαφέρον το γεγονός ότι αυτά έπρεπε να τα σχεδιάσουμε.</p>	<p>SM3</p> <p>sM1</p>
	<p>Z2Π: Να μπορώ να <u>μεταφέρω τη γνώση σε διαφορετικά αντικείμενα</u> και να κατανοώ τι θέλει να φτιάξει και να αναπαραστήσει κάποιος που έχει διαφορετική ειδικότητα από εμένα. Δηλαδή να καταλαβαίνω τι έχει κάποιος στο κεφάλι του και να βρίσκω μια λύση γι' αυτό.</p>	<p>SM3</p>

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

	Z2T: Στη ρομποτική δεν ξέρω, αλλά στο θέμα της τέχνης του θεάτρου σκιών <u>σίγουρα βρήκα διαφορετικούς τρόπους να εκφράζω αυτά που θέλει να πει ένα κείμενο</u> και να δίνω μια διαφορετική οπτική σε κάτι που θεωρούμε ότι γίνεται με έναν τρόπο.	AM2
--	--	-----

	Απαντήσεις	Κώδικες
Ερώτηση 16: <i>Οι μαθητές σας με την ολοκλήρωση του έργου θα πρέπει να είναι σε θέση να μπορούν να απαντήσουν σε ερωτήσεις όπως: Τι είναι αυτό που ασχολήθηκαν, πως και γιατί το έμαθαν και που θα τους χρησιμεύσει. Πως θα απαντούσατε ως μαθητής που έλαβε μέρος σε αυτό το έργο;</i>	Z1Π: Περίεργό να το περιγράψω γιατί το έκανα. Έκαναν πολλά πράγματα... Θεωρώ ότι είναι το είδος της τέχνης που πέρα από τις κλασσικές παραστάσεις (πχ επαιξα ένα ρόλο) από τη στιγμή που ο στόχος ήταν το βίωμα και οι αυτοσχεδιασμοί και να μπαίνουν εύκολα από μια κατάσταση σε ένα ρόλο είναι δύσκολο. Κάποιοι είχαν ένα πιο σαφή ρόλο, οι άλλοι <u>δε μπορούν να περιγράψουν τι έκαναν σε μια τέτοια μορφή τέχνης.</u>	sC1
	Z1T: Σε εμάς πέρα από αυτό που φαίνεται είναι ότι προετοίμασαν μια παράσταση. Ουσιαστικά αυτό που έκαναν τα παιδιά ήταν να προετοιμάσουν μόνο τους το κείμενο της παράστασης, αυτό που έπαιξαν και μόνοι τους έφτιαξαν αυτό που έπαιξαν και προέκυψε από τις αυτοσχέδιες δράσεις. <u>Δε μπορεί να δει το παιδί ότι δημιούργησε μια ιστορία.</u> Αυτό που βλέπουν είναι ότι απλά προετοίμασαν μια παράσταση. Συνεργάστηκαν, πήραν	sC1

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

	<p>αποφάσεις και δημιούργησαν, αυτό που δημιούργησαν είναι και αυτό που κατέκτησαν. Με αυτό που κάναμε δε θεωρώ ότι τα παιδιά μπορούν να περιγράψουν τι έκαναν. Στο δημοτικό μπορούν τα παιδιά να περιγράψουν τι έκαναν. Στο γυμνάσιο ήταν πιο σύνθετο.</p>	
	<p>Z2Π:Εμένα οι μαθητές μου <u>θα έλεγαν ότι έφτιαξαν</u> ρομποτικές κατασκευές για να ανεβάσουν μια παράσταση στο θέατρο σκιών. Για παράδειγμα, ο Γ. θα έλεγε ότι έφτιαξε ένα ρομποτικό δέντρο το οποίο ανταποκρίνεται με την κίνηση των κλαδιών του ανάλογα με την υγρασία που έχει στο έδαφος, και τις μετρήσεις τις πήραν από έναν αισθητήρα.</p>	<p>sC2</p>
	<p>Z2Τ::Εμένα <u>δεν ξέρω τι θα έλεγαν, εξαρτάται</u>. Κάποιος θα μπορούσε να πεί ότι έφτιαξε μερικούς διαλόγους για μια παράσταση ενός θεάτρου σκιών, ένας άλλος θα έλεγε ότι έφτιαξε το σκηνικό.</p>	<p>sC2</p>

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Adams, J., Kaczmarczyk, S., Picton, P., & Demian, P. (2010). Problem solving and creativity in engineering: Conclusions of a three year Project involving reusable learning objects and robots. *Engineering Education*, 5(2), 4–17. <https://doi.org/10.11120/ened.2010.05020004>
2. Ali, A. I., & Buenavista, T. L. (Eds.). (2018). *Education at war: The fight for students of color in America's public schools* (First edition). Fordham University Press.
3. Alimisis, D. (2013). *Educational robotics: Open questions and new challenges*.
4. Alimisis, D. (2019). Teacher Training in Educational Robotics: The ROBOESL Project Paradigm. *Technology, Knowledge and Learning*, 24(2), 279–290. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9357-0>
5. Allina, B. (2018). The development of STEAM educational policy to promote student creativity and social empowerment. *Arts Education Policy Review*, 119(2), 77–87. <https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1296392>
6. Alvarez, A., & Larranaga, M. (2013). Using LEGO mindstorms to engage students on algorithm design. *2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1346–1351. <https://doi.org/10.1109/FIE.2013.6685052>
7. Alves-Oliveira, P., Arriaga, P., Hoffman, G., & Paiva, A. (2016). Boosting children's creativity through creative interactions with social robots. *2016 11th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, 591–592. <https://doi.org/10.1109/HRI.2016.7451871>
8. *American Innovation and Competitiveness Act*. (2017). [Public Law No. 114-329.]. <https://www.govinfo.gov/app/details/PLAW-114publ329/summary>
9. Angel-Fernandez, J. M., & Vincze, M. (2018). *Towards a Formal Definition of Educational Robotics*. <https://doi.org/10.15203/3187-22-1-08>
10. *APA Ethics Code*. (n.d.). Retrieved September 2, 2023, from <https://www.apa.org/ethics/code/ethics-code-2017.pdf>
11. Apiola, M., Lattu, M., & Pasanen, T. A. (2010). Creativity and intrinsic motivation in computer science education: Experimenting with robots. *Proceedings of the Fifteenth Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 199–203. <https://doi.org/10.1145/1822090.1822147>
12. Aslan, C. E., Pinsky, M. L., Ryan, M. E., Souther, S., & Terrell, K. A. (2014). Cultivating Creativity in Conservation Science: Creativity in Conservation Science. *Conservation Biology*, 28(2), 345–353. <https://doi.org/10.1111/cobi.12173>
13. Badeleh, A. (2021). The effects of robotics training on students' creativity and learning in physics. *Education and Information Technologies*, 26(2), 1353–1365. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09972-6>
14. Bang, M., & Medin, D. (2010). Cultural processes in science education: Supporting the navigation of multiple epistemologies: Improving Science Learning for Indigenous Students. *Science Education*, 94(6), 1008–1026. <https://doi.org/10.1002/sce.20392>

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

15. Bartlett, C., & Bos, L. (2018). STEAM Around the World: Successfully Incorporating Hands-On Learning and Diversity into Children's Programming. *Journal of Library Administration*, 58(2), 174–182. <https://doi.org/10.1080/01930826.2017.1392223>
16. Bauer, H. H. (1990). Barriers Against Interdisciplinarity: Implications for Studies of Science, Technology, and Society (STS). *Science, Technology, & Human Values*, 15(1), 105–119. <https://doi.org/10.1177/016224399001500110>
17. Baxter, K., Courage, C., & Caine, K. (2015). Choosing a User Experience Research Activity. In *Understanding your Users* (pp. 96–112). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800232-2.00005-5>
18. Begg, M. D., Bennett, L. M., Cicutto, L., Gadlin, H., Moss, M., Tentler, J., & Schoenbaum, E. (2015). Graduate Education for the Future: New Models and Methods for the Clinical and Translational Workforce. *Clinical and Translational Science*, 8(6), 787–792. <https://doi.org/10.1111/cts.12359>
19. Begg, M. D., & Vaughan, R. D. (2011). Are Biostatistics Students Prepared to Succeed in the Era of Interdisciplinary Science? (*And How Will We Know?*). *The American Statistician*, 65(2), 71–79. <https://doi.org/10.1198/tast.2011.10222>
20. BENCZE, L., REISS, M. J., SHARMA, A., & WEINSTEIN, M. (2018). CHAPTER SIX: STEM Education as “Trojan Horse”: Deconstructed and Reinvented for All. *Counterpoints*, 442, 69–87. JSTOR.
21. Bequette, J. W., & Bequette, M. B. (2012). A Place for Art and Design Education in the STEM Conversation. *Art Education*, 65(2), 40–47. <https://doi.org/10.1080/00043125.2012.11519167>
22. Bevan, B., Mejias, S., Rosin, M., & Wong, J. (2021). The Main Course Was Mealworms: The Epistemics of Art and Science in Public Engagement. *Leonardo*, 456–461. https://doi.org/10.1162/leon_a_01835
23. Bevan, B., Peppler, K., Rosin, M., Scarff, L., Soep, E., & Wong, J. (2019). Purposeful Pursuits: Leveraging the Epistemic Practices of the Arts and Sciences. In A. J. Stewart, M. P. Mueller, & D. J. Tippins (Eds.), *Converting STEM into STEAM Programs* (Vol. 5, pp. 21–38). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-25101-7_3
24. Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
25. Bush, S. B., Cox, R., & Cook, K. L. (2016). A critical focus on the M in STEAM. *Teaching Children Mathematics*, 23(2), 110–114. <https://doi.org/10.5951/teacchilmath.23.2.0110>
26. Busted, B. (2014). *Higher Education's Work Preparation Paradox*. <https://news.gallup.com/opinion/gallup/173249/higher-education-work-preparation-paradox.aspx>
27. Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. National Science Teachers Association.
28. Calabrese Barton, A., & Tan, E. (2019). Designing for Rightful Presence in STEM: The Role of Making Present Practices. *Journal of the Learning Sciences*, 28(4–5), 616–658. <https://doi.org/10.1080/10508406.2019.1591411>

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

29. Carr, G., Loucks, D. P., & Blöschl, G. (2018). Gaining insight into interdisciplinary research and education programmes: A framework for evaluation. *Research Policy*, 47(1), 35–48. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.09.010>
30. Carter, C., H. Barnett, K. Burns, N. Cohen, E. Durall, D. Lordick, F. Nack, A. Newman and S. Ussher (2021) 'Defining STEAM approaches for Higher Education', *European Journal of STEM Education (Special Issue STEM & Arts Education)*, 6(1): 13. Open access at <https://doi.org/10.20897/ejsteme/11354>
31. Catchen, R., & DeCristofano, C. (2015). What's Wrong with Interpretive Dance? Embracing the Promise of Integrating the Arts into STEM Learning. *STEAM*, 2(1), 1–4. <https://doi.org/10.5642/steam.20150201.9>
32. Catmull, E. (2008, September 1). How Pixar Fosters Collective Creativity. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2008/09/how-pixar-fosters-collective-creativity>
33. Cavas, B., Kesercioglu, T., Holbrook, J., Rannikmae, M., Ozdogru, E., & Gokler, F. (2012). *The Effects of Robotics Club on the Students' Performance on Science Process & Scientific Creativity Skills and Perceptions on Robots, Human and Society*.
34. Ceccarelli, L. (2001). *Shaping Science with Rhetoric: The Cases of Dobzhansky, Schrodinger, and Wilson*. University of Chicago Press. <https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/S/bo3612788.html>
35. Chappell, M. J., & Varelas, M. (2020). Ethnodance and identity: Black students representing science identities in the making. *Science Education*, 104(2), 193–221. <https://doi.org/10.1002/sce.21558>
36. Choi, B. C. K., & Pak, A. W. P. (2006). Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness. *Clinical and Investigative Medicine. Medecine Clinique Et Experimentale*, 29(6), 351–364.
37. Colucci-Gray, L., Burnard, P., Gray, D., & Cooke, C. (2019). A Critical Review of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics). In L. Colucci-Gray, P. Burnard, D. Gray, & C. Cooke, *Oxford Research Encyclopedia of Education*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.398>
38. Committee on Integrating Higher Education in the Arts, Humanities, Sciences, Engineering, and Medicine, Board on Higher Education and Workforce, Policy and Global Affairs, & National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2018). *The Integration of the Humanities and Arts with Sciences, Engineering, and Medicine in Higher Education: Branches from the Same Tree* (D. Skorton & A. Bear, Eds.; p. 24988). National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/24988>
39. Committee on Science Literacy and Public Perception of Science, Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education, & National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2016). *Science Literacy: Concepts, Contexts, and Consequences* (C. E. Snow & K. A. Dibner, Eds.; p. 23595). National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/23595>
40. Conner, L. D. C., Tzou, C., Tsurusaki, B. K., Guthrie, M., Pompea, S., & Teal-Sullivan, P. (2017). Designing STEAM for Broad Participation in Science. *Creative Education*, 08(14), 2222–2231. <https://doi.org/10.4236/ce.2017.814152>
41. Connor, A. M., Karmokar, S., Whittington, C., & Walker, C. (2014). Full STEAM ahead a manifesto for integrating arts pedagogics into STEM education. *2014 IEEE*

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE), 319–326. <https://doi.org/10.1109/TALE.2014.7062556>

42. Costantino, T. (2015). Lessons from art and design education: The role of in-process critique in the creative inquiry process. *Psychology of Aesthetics, Creativity & the Arts*, 9(2), 118–121.
43. Costantino, T. (2018). STEAM by another name: Transdisciplinary practice in art and design education. *Arts Education Policy Review*, 119(2), 100–106. <https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1292973>
44. Cunningham, C. M., & Kelly, G. J. (2017). Epistemic Practices of Engineering for Education: EPISTEMIC PRACTICES OF ENGINEERING FOR EDUCATION. *Science Education*, 101(3), 486–505. <https://doi.org/10.1002/sce.21271>
45. Danahy, E., Wang, E., Brockman, J., Carberry, A., Shapiro, B., & Rogers, C. B. (2014). LEGO-based Robotics in Higher Education: 15 Years of Student Creativity. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 11(2), 27. <https://doi.org/10.5772/58249>
46. Dewey, J., & Pate, E. G. (1938). *Logic: The Theory of Inquiry*, 1938.
47. Dobрева, M. P. (2014). *Citizen science in the Humanities: A promise for creativity*. https://www.academia.edu/10309775/Citizen_science_in_the_Humanities_A_promise_for_creativity
48. Durall, E., C. Carter and K. Burns (2022) Transdisciplinary education and innovation through STEAM. In: Rajanen, D., M. Rajanen, N. Iivari, L. Kuure, T. Keisanen, M. Kinnula, T. Molin-Juustila and R. Tumelius (Eds) Proceedings of the Mini-Conference on Transdisciplinary Research and Design (TRaD 2022). INTERACT No. 6, June 2022. University of Oulu, Finland, pp. 26-33. <https://interact.oulu.fi/site/files/2022-06/interact-6-2022.pdf>
49. Edgar, T. W., & Manz, D. O. (2017). Exploratory Study. In *Research Methods for Cyber Security* (pp. 95–130). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805349-2.00004-2>
50. Eisner, E. W. (2003). The Arts and the Creation of Mind. *Language Arts*, 80(5), 340–344.
51. Enros, K., & Bandelli, A. (2018). Beyond self-confidence: A participatory evaluation of personal change in Science Gallery's Mediators. *Journal of Science Communication*, 17(3), N01. <https://doi.org/10.22323/2.17030801>
52. *Every Student Succeeds Act (ESSA) | U.S. Department of Education*. (n.d.). Retrieved August 18, 2023, from <https://www.ed.gov/essa?src=rn>
53. Fam, D. (2018). *Transdisciplinary theory, practice and education*. Springer Berlin Heidelberg.
54. The FERTILE Project - FERTILE Project. <https://fertile-Project.eu/about>.
55. *FERTILE Project*. (n.d.). FERTILE Project. Retrieved August 20, 2023, from <https://fertile-Project.eu/>
56. Galison, P., & Stump, D. J. (Eds.). (1996). *The Disunity of science: Boundaries, contexts, and power*. Stanford University Press.
57. Gascoigne, T. (2018). Little country, big talk. *Journal of Science Communication*, 17(2), R01. <https://doi.org/10.22323/2.17020701>

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

58. Glăveanu, V. P. (2013). Rewriting the Language of Creativity: The Five A's Framework. *Review of General Psychology*, 17(1), 69–81. <https://doi.org/10.1037/a0029528>
59. Goldberg, M. (2021). *Arts Integration: Teaching Subject Matter through the Arts in Multicultural Settings* (6th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780367809805>
60. Gubenko, A., Kirsch, C., Smilek, J. N., Lubart, T., & Houssemand, C. (2021). Educational Robotics and Robot Creativity: An Interdisciplinary Dialogue. *Frontiers in Robotics and AI*, 8, 662030. <https://doi.org/10.3389/frobt.2021.662030>
61. Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5(9), 444–454. <https://doi.org/10.1037/h0063487>
62. Guyotte, K. W., Sochacka, N. W., Costantino, T. E., Walther, J., & Kellam, N. N. (2014). Steam as Social Practice: Cultivating Creativity in Transdisciplinary Spaces. *Art Education*, 67(6), 12–19. <https://doi.org/10.1080/00043125.2014.11519293>
63. *Hacking the Spaces*. (n.d.). Retrieved August 18, 2023, from <http://www.monochrom.at/hacking-the-spaces/>
64. Hall, K. L., Vogel, A. L., Stipelman, B. A., Stokols, D., Morgan, G., & Gehlert, S. (2012). A four-phase model of transdisciplinary team-based research: Goals, team processes, and strategies. *Translational Behavioral Medicine*, 2(4), 415–430. <https://doi.org/10.1007/s13142-012-0167-y>
65. Hammersley, P. M., & Traianou, D. A. (2014). *Ethics and Educational Research*.
66. Hargreaves, A. (Ed.). (1993). *Understanding teacher development* (reprint). Teachers College Press.
67. *Hart Research Associates, 2016*. (n.d.).
68. Hendrik, B., Mohamad, N., & Mat, N. (2020). Robotic Technology for Figural Creativity Enhancement: Case Study on Elementary School. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(1). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0110166>
69. Henriksen, D. (2014). Full STEAM Ahead: Creativity in Excellent STEM Teaching Practices. *The STEAM Journal*, 1(2). <https://scholarship.claremont.edu/steam/vol1/iss2/15>
70. Henriksen, D. (2018). *The 7 Transdisciplinary Cognitive Skills for Creative Education* (1st ed. 2018). Springer International Publishing : Imprint: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-59545-0>
71. Huei, Y. C. (2014). Benefits and introduction to python programming for freshmen students using inexpensive robots. *2014 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)*, 12–17 <https://doi.org/10.1109/TALE.2014.7062611>
72. Iacob, M., Competence Development of STE(A)M educators through online tools and communities, *STEMonEDU no.612911*, 2021
73. Ikeda, R. (n.d.). *Supersymmetry*. (<http://ryojiikeda.com/Project/supersymmetry/>)
74. Ikeda, R. (2019). Dataverse. https://www.ryojiikeda.com/Project/x_verse/
75. *Insight and exchange: An evaluation of the Wellcome Trust's Sciart programme / by Paul Glinkowski and Anne Bamford*. (n.d.). Wellcome Collection. Retrieved August 19, 2023, from <https://wellcomecollection.org/works/xn7qhxxq>

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

76. Irwin, A. (1995). *Citizen science: A study of people, expertise, and sustainable development*. Routledge.
77. Jackson, A., Mentzer, N., & Kramer-Bottiglio, R. (2019). Pilot analysis of the impacts of soft robotics design on high-school student engineering perceptions. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(5), 1083–1104. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9478-8>
78. Jagust, T., Cvetkovic-Lay, J., Krzic, A. S., & Sersic, D. (2018). Using Robotics to Foster Creativity in Early Gifted Education. In W. Lopuschitz, M. Merdan, G. Koppensteiner, R. Balogh, & D. Obdržálek (Eds.), *Robotics in Education* (Vol. 630, pp. 126–131). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62875-2_11
79. Jennett, C., Kloetzer, L., Cox, A. L., Schneider, D., Collins, E., Fritz, M., Bland, M. J., Regalado, C., Marcus, I., Stockwell, H., Francis, L., Rusack, E., & Charalampidis, I. (2016). Creativity in Citizen Cyberscience. *Human Computation*, 3(1), 181–204. <https://doi.org/10.15346/hc.v3i1.10>
80. Jones, J. (2015, April 23). Should art respond to science? On this evidence, the answer is simple: no way. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/artanddesign/jonathanjonesblog/2015/apr/23/art-respond-science-cern-ryoji-ikedas-supersymmetry>
81. Jung, S., & Won, E. (2018). Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children. *Sustainability*, 10(4), 905. <https://doi.org/10.3390/su10040905>
82. Kac, E. (Ed.). (2007). *Signs of life: Bio art and beyond*. MIT Press.
83. Kafai, Y. B., & Peppler, K. A. (2011). Youth, Technology, and DIY: Developing Participatory Competencies in Creative Media Production. *Review of Research in Education*, 35(1), 89–119. <https://doi.org/10.3102/0091732X10383211>
84. Kafai, Y. B., & Resnick, M. (Eds.). (2012). *Constructionism in Practice* (0 ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203053492>
85. Kagan, D. M. (1992). Professional Growth Among Preservice and Beginning Teachers. *Review of Educational Research*, 62(2), 129–169. <https://doi.org/10.3102/00346543062002129>
86. Kallio, H., Pietilä, A.-M., Johnson, M., & Kangasniemi, M. (2016). Systematic methodological review: Developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide. *Journal of Advanced Nursing*, 72(12), 2954–2965. <https://doi.org/10.1111/jan.13031>
87. Knorr-Cetina, K. (1999). *Epistemic cultures: How the sciences make knowledge*. Harvard University Press.
88. LaJevic, L. (2013). Arts Integration: What is Really Happening in the Elementary Classroom? *Journal for Learning through the Arts: A Research Journal on Arts Integration in Schools and Communities*, 9(1). <https://doi.org/10.21977/D99112615>
89. LaMore, R., Root-Bernstein, R., Root-Bernstein, M., Schweitzer, J. H., Lawton, J. L., Roraback, E., Peruski, A., VanDyke, M., & Fernandez, L. (2013). Arts and Crafts: Critical to Economic Innovation. *Economic Development Quarterly*, 27(3), 221–229. <https://doi.org/10.1177/0891242413486186>

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

90. Land, M. H. (2013). Full STEAM Ahead: The Benefits of Integrating the Arts Into STEM. *Procedia Computer Science*, 20, 547–552. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.317>
91. Lee, C. D. (2017). Expanding visions of how people learn: The centrality of identity repertoires. *Journal of the Learning Sciences*, 26(3), 517–524. <https://doi.org/10.1080/10508406.2017.1336022>
92. Ley, D. (2003). Artists, Aestheticisation and the Field of Gentrification. *Urban Studies*, 40(12), 2527–2544. <https://doi.org/10.1080/0042098032000136192>
93. Liao, C. (2016). From Interdisciplinary to Transdisciplinary: An Arts-Integrated Approach to STEAM Education. *Art Education*, 69(6), 44–49. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1224873>
94. Liao, C. (2019). Creating a STEAM Map: A Content Analysis of Visual Art Practices in STEAM Education. In M. S. Khine & S. Areepattamannil (Eds.), *STEAM Education* (pp. 37–55). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_3
95. *Literature review on the current trends in educational robotics.* (2022). Google Docs. https://drive.google.com/file/d/1QtHSozDH0HBlqDfwoAFqr8Hs5MpguYc-/view?usp=share_link&usp=embed_facebook
96. Lubart, T., Mouchiroud, C., Tordjman, S., & Zenasni, F. (2015). *Psychologie de la créativité* (2e édition). Armand Colin.
97. Madoff, S. H. (2019). What about Activism? *Sternberg Press*. <https://www.sternbergpress.com/product/what-about-activism/>
98. Marshall, J. (2014). Transdisciplinarity and Art Integration: Toward a New Understanding of Art-Based Learning across the Curriculum. *Studies in Art Education*, 55(2), 104–127. <https://doi.org/10.1080/00393541.2014.11518922>
99. 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>
100. Mason, J. (2017). *Qualitative researching* (3rd edition). SAGE Publications.
101. Maura Borrego & Lynita K. Newswander. (2010). Definitions of Interdisciplinary Research: Toward Graduate-Level Interdisciplinary Learning Outcomes. *The Review of Higher Education*, 34(1), 61–84. <https://doi.org/10.1353/rhe.2010.0006>
102. May, G. S. (2015). *STEM, not STEAM*. Inside Higher Ed. <https://www.insidehighered.com/views/2015/03/30/essay-criticizes-idea-adding-arts-push-stem-education>
103. McCarthy, K. F. (Ed.). (2004). *Gifts of the muse: Reframing the debate about the benefits of the arts*. RAND Research in the Arts.
104. McDonald, N. (2010). *Handbook for K-8 arts integration: Purposeful planning across the curriculum*. Pearson/Allyn & Bacon.
105. McGarr, O., & Lynch, R. (2017). Monopolising the STEM agenda in second-level schools: Exploring power relations and subject subcultures. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(1), 51–62. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9333-0>

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

106. McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting Students' Construction of Scientific Explanations by Fading Scaffolds in Instructional Materials. *Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153–191. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1502_1
107. Mejias, S., Thompson, N., Sedas, R. M., Rosin, M., Soep, E., Peppler, K., Roche, J., Wong, J., Hurley, M., Bell, P., & Bevan, B. (2021). The trouble with STEAM and why we use it anyway. *Science Education*, 105(2), 209–231. <https://doi.org/10.1002/sce.21605>
108. Mellin-Olsen, S. (1981). Instrumentalism as an Educational Concept. *Educational Studies in Mathematics*, 12(3), 351–367. JSTOR.
109. Miller, A. I. (2014). *Colliding Worlds: How Cutting-Edge Science Is Redefining Contemporary Art* (First Edition). W. W. Norton & Company.
110. Miller-Rushing, A. J., Gallinat, A. S., & Primack, R. B. (2019). Creative citizen science illuminates complex ecological responses to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(3), 720–722. <https://doi.org/10.1073/pnas.1820266116>
111. Moran, J. (2010). *Interdisciplinarity* (2nd ed). Routledge.
112. Moss, D. M., Osborn, T. A., & Kaufman, D. (Eds.). (2008). *Interdisciplinary education in the age of assessment*. Routledge.
113. National Research Council (U.S.) (Ed.). (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press.
114. Nemiro, J., Larriva, C., & Jawaharlal, M. (2017). Developing Creative Behavior in Elementary School Students with Robotics. *The Journal of Creative Behavior*, 51(1), 70–90. <https://doi.org/10.1002/jocb.87>
115. Nisiforou, E. A., Eteokleous, N., & Christodoulou, C. (2018). Fostering Children's Creative Thinking: A Pioneer Educational Robotics Curriculum. In L. Liu & D. Gibson (Eds.), *Research Highlights in Technology and Teacher Education* (pp. 89–98). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
116. Osborne, P. (2015). Problematizing Disciplinarity, Transdisciplinary Problematics. *Theory, Culture & Society*, 32(5–6), 3–35. <https://doi.org/10.1177/0263276415592245>
117. [Report on educators' profiling](#), Report, 2022
118. Papert, S., & Solomon, C. (1972). Twenty Things to Do with a Computer. *Educational Technology*, 12(4), 9–18.
119. Peppler, K., & Wohlwend, K. (2018). Theorizing the nexus of STEAM practice. *Arts Education Policy Review*, 119(2), 88–99. <https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1316331>
120. Pesic, P. (2014). *Music and the Making of Modern Science*. Cambridge: The MIT Press.
121. Quigley, C., Herro, D., & Jamil, F. (2017). Developing a Conceptual Model of STEAM Teaching Practices: Developing a Conceptual Model. *School Science and Mathematics*, 117, 1–12. <https://doi.org/10.1111/ssm.12201>

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

122. Riley, S. (n.d.). What is STEAM Education? *The Institute for Arts Integration and STEAM*. Retrieved August 19, 2023, from <https://artsintegration.com/what-is-steam-education-in-k-12-schools/>
123. Riley, S. (2013). *Pivot Point: At the Crossroads of STEM, STEAM and Arts Integration*. Edutopia. <https://www.edutopia.org/blog/pivot-point-stem-steam-arts-integration-susan-riley>
124. Rimes, J., & Leon de la Barra, B. A. (2014). Enhancing science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education for girls through a university–school partnership. In *Knowledge in action: University–community engagement in Australia*. Cambridge Scholars Publishing.
125. Rittel, H. W. J., & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences*, 4(2), 155–169. <https://doi.org/10.1007/BF01405730>
126. Roche, J., Cullen, R., & Ball, S.-L. (2016). The Educational Opportunity of a Modern Science Show. *The International Journal of Science in Society*, 8(3), 21–30. <https://doi.org/10.18848/1836-6236/CGP/v08i03/21-30>
127. Rogoff, B., & Lave, J. (Eds.). (1999). *Everyday cognition: Its development in social context*. ToExcel.
128. Root-Bernstein, B., Siler, T., Brown, A., & Snelson, K. (2011). ArtScience: Integrative Collaboration to Create a Sustainable Future. *Leonardo*, 44(3), 192–192. https://doi.org/10.1162/LEON_e_00161
129. Root-Bernstein, R., Allen, L., Beach, L., Bhadula, R., Fast, J., Hosey, C., Kremkow, B., Lapp, J., Lonc, K., Pawelec, K., Podufaly, A., Russ, C., Tennant, L., Vrtis, E., & Weinlander, S. (2008). Arts Foster Scientific Success: Avocations of Nobel, National Academy, Royal Society, and Sigma Xi Members. *Journal of Psychology of Science and Technology*, 1(2), 51–63. <https://doi.org/10.1891/1939-7054.1.2.51>
130. Rutherford, F. J., & Ahlgren, A. (1990). *Science for all Americans*. Oxford University Press.
131. Sailer, M., Hense, J., Mandl, H., & Klevers, M. (2013). Psychological Perspectives on Motivation through Gamification. *Interaction Design and Architecture(s)*, 19, 28–37. <https://doi.org/10.55612/s-5002-019-002>
132. Sanders, M. (2008). STEM, STEM education, STEMmania. In *The Technology Teacher* (pp. 20–27).
133. Santo, R. (2011). Hacker Literacies: Synthesizing Critical and Participatory Media Literacy Frameworks. *International Journal of Learning and Media*, 3, 1–5. https://doi.org/10.1162/IJLM_a_00075
134. Scollon, R. (2001). *Mediated discourse: The nexus of practice*. Routledge.
135. Segarra, V. A., Natalizio, B., Falkenberg, C. V., Pulford, S., & Holmes, R. M. (2018). STEAM: Using the Arts to Train Well-Rounded and Creative Scientists. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 19(1), 19.1.40. <https://doi.org/10.1128/jmbe.v19i1.1360>
136. Selman, P., C. Carter, A. Lawrence and C. Morgan (2010) 'Re-connecting with a recovering river through imaginative engagement', *Ecology and Society* 15(3): 18 [online] <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss3/art18/>

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

137. *SIGGRAPH Asia 2018*. (n.d.). Retrieved August 19, 2023, from <https://sa2018.siggraph.org/en/index.htm>
138. Skorton D., Bear A., Board on Higher Education and Workforce, Policy and Global Affairs, & National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2018). *The Integration of the Humanities and Arts with Sciences, Engineering, and Medicine in Higher Education: Branches from the Same Tree* (D. Skorton & A. Bear, Eds.; p. 24988). National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/24988>
139. Sleight, C., & Craske, S. (2017). Art and science in the UK: A brief history and critical reflection. *Interdisciplinary Science Reviews*, 42(4), 313–330. <https://doi.org/10.1080/03080188.2017.1381223>
140. Smith, J. A., & Osborn, M. (2007). Interpretative Phenomenological Analysis. *Qualitative Psychology*.
141. Smith, J. A., & Smith, J. (Eds.). (2008). *Rethinking methods in psychology* (reprint). Sage.
142. Sochacka, N., Guyotte, K., Walther, J., & Kellam, N. (2013). Faculty Reflections on a STEAM-Inspired Interdisciplinary Studio Course. *2013 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings*, 23.597.1-23.597.27. <https://doi.org/10.18260/1-2--19611>
143. *STELARC | IMAGES*. (n.d.). Retrieved August 19, 2023, from <http://stelarc.org/?catID=20290>
144. *STEM to STEAM: Art in K-12 Is Key to Building a Strong Economy*. (n.d.). Edutopia. Retrieved August 18, 2023, from <https://www.edutopia.org/blog/stem-to-steam-strengthens-economy-john-maeda>
145. Stevens, R. (2017). Scaling up an innovative STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, & Mathematics) learning environment through two partnership models with industry and schools. *STEM Learning and Research Center*. <https://stelarc.edc.org/Projects/20626/profile/scaling-innovative-steam-science-technology-engineering-arts-mathematics>
146. Stichweh, R. (2001). Scientific Disciplines, History of. In *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 13727–13731). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/03187-9>
147. *Strandbeest*. (n.d.). Retrieved August 19, 2023, from <https://www.strandbeest.com/>
148. Sullivan, A., & Bers, M. U. (2018). Dancing robots: Integrating art, music, and robotics in Singapore’s early childhood centers. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(2), 325–346. <https://doi.org/10.1007/s10798-017-9397-0>
149. Sullivan, F. (2011). Serious and Playful Inquiry: Epistemological Aspects of Collaborative Creativity. *Educational Technology & Society*, 14, 55–65.
150. Sutton-Smith, B. (2001). *The Ambiguity of Play*: Harvard University Press.
151. Svoboda, J., & Passmore, C. (2013). The Strategies of Modeling in Biology Education. *Science & Education*, 22(1), 119–142. <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9425-5>

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

152. Taylor, B. (2016). Evaluating the Benefit of the Maker Movement in K-12 STEM Education. *Electronic International Journal of Education, Arts, and Science (EIJEAS)*, 2(0), Article 0. <http://www.eijeas.com/index.php/EIJEAS/article/view/72>
153. Taylor, B. W., Shirin Vossoughi, Ann S. Rosebery, Megan Bang, Edd V. (2020). Multiple Ways of Knowing *: Re-Imagining Disciplinary Learning. In *Handbook of the Cultural Foundations of Learning*. Routledge.
154. *The Mathematical Sciences in 2025* (p. 15269). (2013). National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/15269>
155. Tindall, L. (2009). J.A. Smith, P. Flower and M. Larkin (2009), *Interpretative Phenomenological Analysis: Theory, Method and Research* .: London: Sage. *Qualitative Research in Psychology*, 6(4), 346–347. <https://doi.org/10.1080/14780880903340091>
156. Torrance, E. P. (1966). *Torrance tests of creative thinking. Norms-technical manual. Research edition. Verbal tests, forms A and B. Figural tests, forms A and B*. Personnel Press.
157. *Truly Natural – Marta de Menezes*. (n.d.). Retrieved August 19, 2023, from <https://martademenezes.com/art/nature/truly-natural/>
158. *An initial version of the FERTILE design methodology, 2023, FERTILE R1 REPORT DESIGN METHODOLOGY.pdf (fertile-project.eu)*
159. University of Maryland, & Herschbach, D. R. (2011). The STEM Initiative: Constraints and Challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(1). <https://doi.org/10.30707/JSTE48.1Herschbach>
160. Urban, K. K. (2005). *Assessing creativity: The Test for Creative Thinking—Drawing Production (TCT-DP)*.
161. Van Den Broeck, W., Quaggiotto, M., Isella, L., Barrat, A., & Cattuto, C. (2012). The Making of *Sixty-Nine Days of Close Encounters at the Science Gallery. Leonardo*, 45(3), 285–285. https://doi.org/10.1162/LEON_a_00377
162. Vasinda, S., Garner, J., Hathcock, S., & Brienens, R. (2019). One Community, One Challenge: Pop-Up STEAM Studios. *Informal Science*. <https://grantome.com/grant/NSF/DRL-1906473>
163. Vygotsky, L. S. (1967). Play and Its Role in the Mental Development of the Child. *Soviet Psychology*, 5(3), 6–18. <https://doi.org/10.2753/RPO1061-040505036>
164. Walmer, D. (2018). Gaining STEAM: Arts Make Comeback in Schools. *Pennsylvania News, US News*. <https://www.usnews.com/news/best-states/pennsylvania/articles/2018-10-06/gaining-steam-arts-make-comeback-in-schools>
165. Wang, E. (2001). Teaching freshmen design, creativity and programming with LEGOs and Labview. *31st Annual Frontiers in Education Conference. Impact on Engineering and Science Education. Conference Proceedings (Cat. No.01CH37193)*, 3, F3G-11–15. <https://doi.org/10.1109/FIE.2001.963943>
166. Weinstein, M., Blades, D., & Gleason, S. C. (2016). Questioning Power: Deframing the STEM Discourse. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 16(2), 201–212. <https://doi.org/10.1080/14926156.2016.1166294>

«Αξιολόγηση σχεδιασμού διεπιστημονικού σεναρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Τέχνης για μικτό πλαίσιο μάθησης Εκπαιδευτικής Ρομποτικής»

167. What is Arts Integration? (2010). The Kennedy Center. <https://www.kennedy-center.org/education/resources-for-educators/classroom-resources/articles-and-how-tos/articles/collections/arts-integration-resources/what-is-arts-integration/>
168. Willig, C. (2013). *Introducing qualitative research in psychology* (3rd ed). McGraw-Hill Open University Press.
169. Willig, C. (2015). Ποιοτικές μέθοδοι έρευνας στην Ψυχολογία. Εισαγωγή. Αθήνα: Gutenberg.
170. Willig, C., & Rogers, W. S. (2017). *The SAGE Handbook of Qualitative Research in Psychology*. SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.4135/9781526405555>
171. Wilson, H. E. (2018). Integrating the Arts and STEM for Gifted Learners. *Roeper Review*, 40(2), 108–120. <https://doi.org/10.1080/02783193.2018.1434712>
172. Wolman, M. G. (1977). Interdisciplinary Education: A Continuing Experiment. *Science*, 198(4319), 800–804. <https://doi.org/10.1126/science.198.4319.800>
173. Wynn, T., & Harris, J. (2012). Toward A Stem + Arts Curriculum: Creating the Teacher Team. *Art Education*, 65(5), 42–47. <https://doi.org/10.1080/00043125.2012.11519191>
174. Yakman, G. (2008). *STEAM Education: An overview of creating a model of integrative education*.
175. Zadok, Y. (2019). Project-based learning in robotics meets junior high school. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 18(5), 941–958. <https://doi.org/10.1108/JEDT-01-2019-0023>
176. Zawieska, K., & Duffy, B. R. (2015). The Social Construction of Creativity in Educational Robotics. In R. Szewczyk, C. Zieliński, & M. Kaliczyńska (Eds.), *Progress in Automation, Robotics and Measuring Techniques* (Vol. 351, pp. 329–338). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-15847-1_32
177. Zeidler, D. L. (2016). STEM education: A deficit framework for the twenty first century? A sociocultural socioscientific response. *Cultural Studies of Science Education*, 11(1), 11–26. <https://doi.org/10.1007/s11422-014-9578-z>