



ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ, ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

ΚΑΙ

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ

Εφαρμογή της STEAM διδασκαλίας στην Ελλάδα:

Διερευνώντας τις αντιλήψεις εκπαιδευτικών

Παπαρρίζου Κωνσταντίνα

Θεσσαλονίκη, Ιούνιος 2022

Περίληψη

Με την αλματώδη ανάπτυξη της τεχνολογίας, οι εργαζόμενοι στα σχολεία όλων των βαθμίδων έρχονται αντιμέτωποι με μία νέα πραγματικότητα. Ειδικά κατά την φετινή είσοδο των εργαστηρίων δεξιοτήτων, οι Έλληνες επαγγελματίες της εκπαίδευσης καλούνται να εφαρμόσουν καινοτόμες μεθόδους διδασκαλίας και να αξιοποιήσουν τη διδασκαλία μέσω STEAM. Στην παρούσα μελέτη θα διερευνηθούν οι στάσεις και αντιλήψεις των εκπαιδευτικών που σχετίζονται με θέματα STEM, καθώς και οι τρόποι εφαρμογής τους. Για τη συλλογή δεδομένων αξιοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο, με σκοπό να εξετάσει τις αντιλήψεις και τις πρακτικές της διδασκαλίας STEM για περίπου 202 εν-ενεργεία εκπαιδευτικούς. Τα αποτελέσματα αναμένεται να αναδείξουν ότι οι παιδαγωγοί εμφανίζουν σε γενικότερα πλαίσια θετικές αντιλήψεις για τα STEAM, ενώ όσον αφορά τους τρόπους εφαρμογής τους επιλέγουν διαθεματικές προσεγγίσεις, ούτως ώστε να εμπλέξουν αρκετά γνωστικά αντικείμενα ταυτόχρονα.

Λέξεις κλειδιά: STEM εκπαίδευση, ενσωμάτωση, συνεργασία, μάθηση βάσει έργου, μάθηση μέσω επίλυσης προβλημάτων.

Abstract

With the rapid development of technology, teachers are faced with a new reality. Especially during this year's entry of the skill workshops, the Greek education professionals are invited to apply innovative teaching methods and to utilize the education through STEAM. In the present study, the attitudes and perceptions of teachers related to STEM issues will be investigated, as well as the ways of their application. A questionnaire was used for data collection, in order to examine the perceptions and practices of STEM education for about 202 active teachers. The results of this study are expected to reveal that educators generally show positive perceptions of STEAM, while in terms of their application they choose interdisciplinary approaches, so as to involve several subjects at the same time.

Keywords: STEM education, integration, collaboration, project-based learning, problem-solving learning.

Περιεχόμενα

Περίληψη	2
Abstract.....	2
Πρόλογος	4
Εισαγωγή	5
Α' Μέρος - Θεωρητικό πλαίσιο	8
1. Η εκπαίδευση STEAM.....	10
1.1. Θεωρητικό και επιστημολογικό υπόβαθρο	10
1.2. Το κίνημα STEAM.....	14
1.3. Η Εκπαίδευση STEAM.....	15
1.4. Οι κλάδοι του STEAM: Science-Technology-Engineering-Art-Math... 	19
1.5. Οι δεξιότητες του 21ου αιώνα.....	27
1.6. Σημαντικότητα διδασκαλίας STEAM από την προσχολική ηλικία	28
1.7. Εκπαιδευτικές προσεγγίσεις	30
2. Στάσεις και Αντιλήψεις σχετικά με την εκπαίδευση STEAM.....	33
2.1. Στάσεις και Αντιλήψεις.....	33
2.2. Αντιλήψεις εκπαιδευτικών για την εκπαίδευση STEAM	34
B' Μέρος - Εμπειρική διερεύνηση.....	41
3. Μεθοδολογία.....	42
3.1. Αναγκαιότητα της έρευνας - Ερωτήματα και Υποθέσεις	42
3.2. Εργαλείο συλλογής δεδομένων και ερευνητική διαδικασία	43
3.3. Περιγραφή του δείγματος	45
4. Αποτελέσματα.....	46
4.1. Τα STEM έχουν θετικό αντίκτυπο στην κριτική σκέψη.....	51
4.2. Τα STEM έχουν θετικό αντίκτυπο στις δεξιότητες λήψης αποφάσεων	52
4.3. Τα STEM βελτιώνουν τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων	52
4.4. Η εκπαίδευση μέσω STEM αποτελεί εκπαίδευση που εστιάζει στο τελικό προϊόν	53

4.5. Η ταυτόχρονη διδασκαλία διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων μέσω STEM ενισχύει περισσότερο τη μάθηση των STEM, σε σχέση με τη διδασκαλία γνωστικών αντικειμένων ξεχωριστά.....	53
4.6. Η εκπαίδευση STEM αποτελεί μια σύνδεση μεταξύ μαθημάτων μέσα σε ένα αυθεντικό πλαίσιο για την ενίσχυση της μάθησης των μαθητών.....	54
Γ' Μέρος - Συμπεράσματα-Συζήτηση.....	57
5. Συμπεράσματα-Συζήτηση.....	58
Περιορισμοί της έρευνας.....	62
Επίλογος.....	63
Βιβλιογραφία.....	66
Παράρτημα.....	80

Πρόλογος

Η κοινωνία του 21^{ου} αιώνα, παρόλη την εξέλιξη και τον εκσυγχρονισμό της, έχει την τάση να αντιστέκεται σε καθετί καινούργιο και να το απορρίπτει. Δεδομένου ότι με την τεχνολογική εξέλιξη έχει επιτευχθεί εκσυγχρονισμός σε πολλούς τομείς της ανθρώπινης ζωής, κρίνεται ως απαραίτητο να εκσυγχρονιστεί και η ίδια η εκπαίδευση, προσφέροντας γνώσεις και δεξιότητες, που είναι απαραίτητες για το μέλλον με τρόπο εύκολο και παιγνιώδη. Η εν λόγω διπλωματική εργασία έχει ως στόχο να εντοπίσει και να παραθέσει τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών όσον αφορά τα STEAM.

Κλείνοντας τον Πρόλογο, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου σε όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας. Θερμές ευχαριστίες οφείλονται στα μέλη της τριμελούς επιτροπής για την εκπόνηση της εργασίας αυτής. Για την ολοκλήρωση της συγκεκριμένης εργασίας, βοήθησε σημαντικά η διδάσκουσα Γιούλη Βαϊοπούλου, την οποία και ευχαριστώ πολύ, διότι στάθηκε πραγματικά αρωγός και με καθοδήγησε από την αρχή μέχρι το τέλος της προσπάθειάς μου. Ευχαριστίες οφείλονται, επίσης, στους καθηγητές μου στο Τμήμα Νηπιαγωγών του

Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, διότι συνέβαλαν στη δημιουργία της παιδαγωγικής μου υπόστασης. Τέλος, ευχαριστώ, φυσικά, θερμά την οικογένειά μου, διότι αφενός με έστρεψε προς τις πνευματικές και ηθικές αξίες και αφετέρου δημιούργησε γύρω μου ένα σταθερό περιβάλλον, ώστε να μπορέσω απρόσκοπτα να εκπονήσω τη διπλωματική μου εργασία.

Εισαγωγή

Σε πολλές ερευνητικές μελέτες έχει διαπιστωθεί ότι η παραδοσιακή διδασκαλία μπορεί να οδηγήσει στην απομνημόνευση πραγματικών πληροφοριών, αλλά συχνά αποτυγχάνει να προκαλέσει την κατανόηση της ουσιαστικής μάθησης. Η ουσιαστική μάθηση λαμβάνει χώρα, όταν οι εκπαιδευόμενοι κάνουν συνδέσεις μεταξύ της προηγούμενης γνώσης και των νέων εμπειριών και δεξιοτήτων εντός πραγματικών πλαισίων (Brooks&Brooks, 1993). Και, ως εκ τούτου, οι διαχωρισμένες θεματικές περιοχές περιορίζουν τη μάθηση κάνοντας τους μαθητές να αποξενωθούν από τις εμπειρίες του πραγματικού κόσμου (Hirst, 1974). Οι υποστηρικτές των διεπιστημονικών προγραμμάτων σπουδών προτείνουν ότι η διδασκαλία μέσω STEAM προσφέρει πιο ουσιαστικές μαθησιακές διαδικασίες, συνδέοντας τη γνώση με τις προσωπικές και πραγματικές εμπειρίες.

Οι γνώσεις που παρέχουν οι εκπαιδευτικοί στις φυσικές επιστήμες και τη μάθηση των μαθηματικών προσφέρονται μόνο ως πληροφορία και, κατά συνέπεια, οι μαθητές δεν εξασκούνται στο να εντοπίσουν και να δοκιμάσουν τη γνώση ή τις πληροφορίες από μόνοι τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η γνώση να είναι χωρίς νόημα στην

καθημερινή ζωή και γρήγορα να ξεχνιέται. Οι μαθητές δεν κατανοούν τα επιστημονικά βήματα για την κατασκευή της γνώσης τους, επομένως δεν είναι σε θέση να περιγράψουν τη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων. Σε έναν ταχέως αναπτυσσόμενο κόσμο με τους πολυάριθμους οικονομικούς ανταγωνισμούς, τα διαφορετικά παγκόσμια οικονομικά προβλήματα, την επιταχυνόμενη τεχνολογική εξέλιξη και τις κρυφές μελλοντικές προκλήσεις, υπάρχει ανάγκη να αναληφθούν πρωτοβουλίες που επιβάλλουν μια μεταρρύθμιση στον εκπαιδευτικό τομέα.

Ειδικότερα, η διδασκαλία των φυσικών επιστημών, των μαθηματικών, της μηχανικής, της τεχνολογίας και της τέχνης ενισχύει σε μεγάλο βαθμό το παιδαγωγικό περιεχόμενο, καθώς μάλιστα συνδέεται με προβλήματα της πραγματικής ζωής. Οι μετασχηματισμοί των τεχνολογιών και πληροφοριών είναι αναγκαίο να εισαχθούν στα σχολεία, ώστε οι μαθητές να προετοιμάζονται κατάλληλα, για την αντιμετώπιση νέων προκλήσεων. Ο απώτερος σκοπός, συνεπώς, είναι να καλλιεργηθεί μια νέα γενιά, ενισχυμένη με υψηλές δεξιότητες σκέψης, καθώς θα έχει ενεργοποιημένη τη δημιουργικότητα, την ομαδική εργασία και την αυτονομία. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές εισάγονται σε ένα σύστημα βασισμένο στην ηθική και την τεχνολογία (Radloff&Guzey, 2016; Roehringetal., 2012; Shakhathreh, 2011).

Η προσοχή στην εκπαίδευση STEM έχει αυξηθεί αυτόν τον αιώνα, λόγω των παγκόσμιων προκλήσεων. Οι επόμενες γενιές θα αντιμετωπίσουν ενεργειακά ζητήματα, οικονομικές κρίσεις, περιβαλλοντικές προκλήσεις και το ζήτημα της βιωσιμότητας (Shernoffetal., 2017). Ως εκ τούτου, πρέπει να είναι κριτικοί στοχαστές, δημιουργικοί και οπλισμένοι με γνώσεις και πρακτικές δεξιότητες (Rissanen, 2014). Αυτά τα ζητήματα επιβάλλουν την επίλυση της ενοποίησης μεταξύ διαφορετικών επιστημών και τεχνολογιών.

Η εκπαίδευση STEM επισημαίνει ολοκληρωμένα προγράμματα που εστιάζουν στις δεξιότητες και τις γνώσεις κάθε κλάδου (Altan&Ercan, 2016). Το STEM θεωρείται ως μια μεταρρύθμιση στη διδασκαλία της επιστήμης, των μαθηματικών, της τεχνολογίας και της μηχανικής, η οποία μεταβαίνει από την απομνημόνευση πληροφοριών και μεμονωμένων γεγονότων στην ολιστική σκέψη για προβλήματα της πραγματικής ζωής με την αξιοποίηση διαφορετικών δεξιοτήτων, ώστε να εφαρμόζουν τη γνώση, να σκέφτονται κριτικά και να επιλύουν προβλήματα (Asgharetal., 2012). Η εκπαίδευση STEM είναι πολύ περισσότερο από την εκμάθηση των κλάδων της

(Moye, Dugger&Starkweather, 2014). Είναι μια πρακτική εφαρμογή θεωριών, σχεδίων και νόμων με τρόπο που υποδεικνύει τη χρήση της γνώσης. Επιπλέον, στοχεύει να δώσει στους μαθητές ευκαιρίες να ενεργήσουν ως επιστήμονες, μαθηματικοί και μηχανικοί και να σκεφτούν διαφορετικούς κλάδους, καθώς αντικατοπτρίζει τον τρόπο λειτουργίας του πραγματικού κόσμου.

Η συγκεκριμένη εργασία απαρτίζεται από δύο μέρη, την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και το ερευνητικό μέρος. Το πρώτο μέρος αποτελείται από το θεωρητικό υπόβαθρο. Συνεχίζοντας, επιχειρείται η οριοθέτηση των απαρχών του κινήματος STEAM, αναφέροντας την έννοια και το περιεχόμενο του όρου. Ακολούθως, αναλύεται η εκπαίδευση που αξιοποιεί το STEAM και, έπειτα, θα επιχειρηθεί η προσέγγιση των επιμέρους κλάδων που συνθέτουν το STEAM. Έπειτα, θα περιγραφούν τα χαρακτηριστικά και οι δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα, ώστε να γίνει προσέγγιση της σημαντικότητας της εκπαίδευσης STEAM ήδη από την προσχολική ηλικία. Το πρώτο μέρος συνεχίζει με την επισκόπηση των βασικών εκπαιδευτικών προσεγγίσεων που επικρατούν στη σημερινή εποχή. Κατόπιν, αποσαφηνίζονται οι όροι στάσεις και αντιλήψεις, καθώς αποτελεί βασικό πυρήνα της εργασίας αυτής. Στο τέλος του πρώτου μέρους, σημειώνονται από προγενέστερες έρευνες τα εμπόδια και οι περιορισμοί-προκλήσεις που έχουν αντιμετωπίσει στο παρελθόν οι εκπαιδευτικοί.

Στο δεύτερο μέρος, αναλύεται η αναγκαιότητα της έρευνας και τίθενται οι ερευνητικές ερωτήσεις και υποθέσεις. Έπειτα, παρουσιάζεται η μέθοδος της ποσοτικής έρευνας που επιλέχθηκε, με σκοπό να απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα και οι ερευνητικές υποθέσεις. Εφεξής, ακολουθούν οι περιορισμοί της έρευνας, οι δεοντολογικές επισημάνσεις, η προετοιμασία πρόσβασης στο πεδίο και τυχόν πρακτικά ζητήματα, ενώ, εν συνεχεία, παρέχονται πληροφορίες για το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε για την έρευνα. Ακολούθως, γίνεται η παράθεση των αποτελεσμάτων, ενώ η εργασία ολοκληρώνεται με τη συζήτησή τους και τη διατύπωση των τελικών συμπερασμάτων.

**Α' Μέρος -
Θεωρητικό πλαίσιο**

1. Η εκπαίδευση STEAM

1.1. Θεωρητικό και επιστημολογικό υπόβαθρο

Ο John Dewey (1859-1952) είναι ένας από τους πρωτοπόρους Αμερικανούς εκπαιδευτικούς του 20^{ου} αιώνα, ο οποίος θεωρήθηκε ο πατέρας της προοδευτικής εκπαιδευτικής μεταρρύθμισης, ύστερα από την εκστρατεία του για τις μεταρρυθμίσεις στα προγράμματα σπουδών και στις πτυχές της διδασκαλίας. Η φιλοσοφία του απαιτούσε την ακεραιότητα της «θεωρίας και της πράξης» (Westbrook, 1991). Αντίστοιχα, η φιλοσοφία του στην εκπαίδευση έθεσε τα θεμέλια του κονστρουκτιβισμού. Σε γενικές γραμμές, υποστήριζε ότι τα σχολεία θα πρέπει να δημιουργήσουν έξυπνες προσπάθειες για την ανάπτυξη αυτών των μεταρρυθμίσεων, επειδή όλα τα άτομα στην κοινωνία έχουν το δικαίωμα να συμμετέχουν στην ανθρώπινη εφεύρεση (Dewey, 1934). Ακόμα, ανέφερε ότι δεν υπάρχει ανάγκη για σύσταση νέων ιδανικών που προωθούν τη μεταρρύθμιση του εκπαιδευτικού συστήματος σύμφωνα με μεγάλες κοινωνικές αλλαγές, διότι τέτοια ιδανικά υπάρχουν ήδη. Για αυτό πρότεινε νέες μεθόδους διδασκαλίας (Dewey, 1936).

Ο Dewey εκτιμούσε ότι ο σκοπός της εκπαίδευσης είναι να εξοπλίσει τους μαθητές με κοινωνικές εμπειρίες μέσω της αλληλεπίδρασης με την κοινωνία και το περιβάλλον γύρω τους, για να είναι σε θέση να κατανοήσουν τις σχέσεις και να διαφοροποιήσουν τις διασυνδέσεις μεταξύ διαφορετικών εμπειριών. Στις μεθόδους διδασκαλίας, ο Dewey υποστήριζε τη μάθηση μέσω της εκτέλεσης δραστηριοτήτων από την πραγματική ζωή γύρω από τον μαθητή. Αυτή η ισχυρή σκέψη του αξιοποιήθηκε αργότερα για να διαμορφώσει τις αρχές της μάθησης βάσει έργου και της μάθησης βάσει προβλημάτων (Westbrook, 1991).

Ακολουθώντας, ο Dewey επικροτούσε την ενσωμάτωση και απέφευγε να διδάσκει μεμονωμένα μαθήματα, καθώς αυτό θα στέκονταν ενάντια στην ενότητά τους στον πραγματικό κόσμο. Επιπρόσθετα, ισχυριζόταν πως οι σχολικές δραστηριότητες θα έπρεπε να προσομοιώνουν εμπειρίες εκτός σχολείου, με σκοπό να εκπληρώνουν την κοινωνική δέσμευση και να ενισχύουν τους μαθητές να σκέφτονται σύμφωνα με τις εγγενείς αξίες των εμπειριών τους. Τέτοιου είδους δραστηριότητες υποστήριζε πως έπρεπε να γίνονται συλλογικά και οι μαθητές ενδείκνυται να ενεργούν ως μέλη

της κοινότητας. Αυτό το πρότεινε, καθώς θεωρούσε πως οι εμπειρίες που εμπλέκουν τους μαθητές στην κοινότητά τους μπορούν να υποστηρίξουν τη μάθησή τους άμεσα και μακροπρόθεσμα στο μέλλον.

Χάρη στον Dewey, συστάθηκε ένα διεπιστημονικό πρόγραμμα σπουδών, με σκοπό τη σύνδεση πολλαπλών θεμάτων/τομέων (Westbrook, 1991). Συγκεκριμένα, σε μια από τις διαλέξεις του το 1899, ο Dewey ηγήθηκε ενός επιχειρήματος ενάντια στην παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας που δίδασκε μαθήματα απομονωμένα, αντί για διεπιστημονικά. Ο Dewey ανέφερε πως η παραδοσιακή μέθοδος διδασκαλίας αποθάρρυνε τους μαθητές να κατανοήσουν το σύνολο των επιδιώξεών τους. Οι Glancy και Moore δημοσίευσαν το 2013 ένα άρθρο που περιγράφει τη θεωρία ολοκλήρωσης και διεπιστημονικότητας του Dewey. Στο άρθρο αυτό ειδικότερα, γνωστοποίησαν την άποψη του Dewey πως η αναποτελεσματική μάθηση θα μπορούσε να ενισχυθεί με τη μεγιστοποίηση των συνδέσεων μεταξύ των διαφορετικών κλάδων και για αυτό τον λόγο χρειάζεται να υπάρχει συντονισμός μεταξύ των μαθησιακών στόχων και των δραστηριοτήτων στην τάξη.

Το έργο του Dewey έθεσε τις απαρχές του κονστрукτιβισμού, τον οποίο θεμελίωσε ο Piaget (1974) και ανέπτυξε ακόμα περισσότερο αργότερα ο Papert (1980). Ο Piaget, ειδικότερα, ισχυρίστηκε πως η μάθηση δεν αποτελεί απλή μετάδοση της γνώσης, αλλά μια ενεργητική διαδικασία οικοδόμησης, η οποία στηρίζεται στις εμπειρίες και τα βιώματα που αποκτώνται από τον πραγματικό κόσμο και συνδέεται με την προσωπική, και μοναδική στον καθένα μαθητή, προγενέστερη γνώση (Piaget, 1974). Ως εκ τούτου, ο μαθητής παρακινείται να αναζητά ενεργά τη γνώση και να επιλύει το πρόβλημα μόνος του παρά να του παρέχεται «έτοιμη» με οδηγίες (NGSS Lead States, 2013; NRC, 2012). Η εποικοδομητική προσέγγιση αποτελεί ορόσημο για τη μεταρρύθμιση της εκπαίδευσης και τον επανασχεδιασμό των αναλυτικών προγραμμάτων. Ο Papert (1980) έθεσε στο επίκεντρο της μαθησιακής διαδικασίας τον μαθητή και όρισε τον ρόλο του εκπαιδευτικού ως εμπνευστή. Οι μαθητές πλέον, οικοδομούν τη γνώση, κατασκευάζοντας προϊόντα που έχουν προσωπική σημασία για αυτούς (Alimisis & Kynigos, 2009; Kafai & Resnick, 2012).

Εν συνεχεία, η Drake, που καθοδήγησε την εξελικτική συνέχεια σε ολοκληρωμένα προγράμματα σπουδών τις δεκαετίες του 1980 και του 1990, υποστήριξε ότι η ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών στην ολοκληρωμένη εκπαίδευση είναι καλύτερη

από την επίδοση των μαθητών σε προγράμματα παραδοσιακών κλάδων (Drake&Burns, 2004), καθορίζοντας την ένταξη της διεπιστημονικής προσέγγισης.

Η Drake διαπίστωσε ότι τα περιεχόμενα των θεμάτων μιας δραστηριότητας αλληλεπικαλύπτονταν και υπήρχαν συνδέσεις μεταξύ τους. Αυτότο ονόμασε διεπιστημονική προσέγγιση. Σε αυτή, ένα πρόγραμμα σπουδών οργανώνεται γύρω από ορισμένη μάθηση σε αναγνωρίσιμους κλάδους για να εκφράσει έννοιες και δεξιότητες. Έπειτα, άρχισε να αναλύει τη δραστηριότητα στα συστατικά της και διαπίστωσε με την ομάδα της ότι δεν υπάρχουν πραγματικά όρια μεταξύ των γνωστικών τομέων. Ως αποτέλεσμα της ένταξης το πρόγραμμα σπουδών οργανώνεται με βάση τις ανησυχίες των μαθητών και οι δεξιότητες εφαρμόζονται σε πραγματικές συνθήκες.

Οι Drake και Savage (2016) δήλωσαν ότι το διεπιστημονικό πρόγραμμα σπουδών ήταν μια βελτίωση στο ολοκληρωμένο πρόγραμμα σπουδών και ότι προέκυψε ως αντίδραση στα προβλήματα που αντιμετωπίζει η κοινωνία στον 21^ο αιώνα. Επιπλέον, οι Drake και Reid (2014) ανέπτυξαν τη γέφυρα «Know/Do/Be» που περιγράφει το πλαίσιο εφαρμογής του ολοκληρωμένου προγράμματος σπουδών. Αυτή η γέφυρα δίνει μια ιδέα για το ποιες πληροφορίες πρέπει να γνωρίζουν οι μαθητές, τι πρέπει να κάνουν και πώς πρέπει να ενεργούν για να εκτελούν ολοκληρωμένες εργασίες.

Το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας, το 2012 αντίστοιχα ολοκλήρωσε τη συγγραφή της επιστημονικής εκπαίδευσης K-12. Η K-12, αποτελεί ένα πλαίσιο που εστιάζει στις επιστημονικές και πρακτικές της μηχανικής, βασικές ιδέες και οριζόντιες έννοιες για τη διαμόρφωση της επόμενης γενιάς επιστημόνων. Το δημοσιευμένο πλαίσιο NGSS είχε ως στόχο να εμπλέξει τους μαθητές στον κοινοτικό λόγο και να τους εξοπλίσει με γνώσεις και δεξιότητες που απαιτούνται για την καριέρα τους (Bartholomew, 2015). Οι οδηγίες του NGSS έχουν τρεις διαστάσεις που διατυπώνουν τα στοιχεία της εκπαίδευσης STEM: τις βασικές ιδέες, τις μηχανικές και επιστημονικές πρακτικές και τις διεπιστημονικές έννοιες. Σύμφωνα με το NGSS (2013), οι διαστάσεις θα πρέπει να ενσωματωθούν στα προγράμματα σπουδών, τις εκπαιδευτικές στρατηγικές και την αξιολόγηση.

Οι βασικές ιδέες των κλάδων επικεντρώνονται στη γνώση περιεχομένου (παιδαγωγικό περιεχόμενο), στη διερεύνηση και στις πρακτικές αναστοχασμού σε ένα αυθεντικό πλαίσιο (Peters-Burton&Moore, 2016) και είναι απαραίτητες για την

κατανόηση, την εξήγηση και τη διερεύνηση ενός φαινομένου ή ενός αυθεντικού προβλήματος. Η ιδέα θεωρείται βασική, εάν αποτελεί κύρια έννοια σε έναν κλάδο, εάν έχει ευρεία αναγκαιότητα σε πολλούς κλάδους, εάν αξιοποιείται ως ένα κεντρικό εργαλείο για την επίλυση προβλημάτων και εάν μπορεί να διδαχθεί (Bartholomew, 2015). Οι βασικές ιδέες πρέπει να έχουν νόημα και να επιτρέπουν τη συνεχή μάθηση, η οποία βοηθά τους μαθητές να εξηγήσουν και να εντοπίσουν τις αιτίες για κάποιο φαινόμενο ή πρόβλημα. Οι βασικές ιδέες των επιστημονικών κλάδων είναι προκαθορισμένες, ούτως ώστε να αποφευχθεί η κάλυψη ενός τεράστιου αριθμού θεμάτων χωρίς βάθος που τυπώνονται σε σχολικά βιβλία, ενώ, παράλληλα, οι μαθητές πρέπει, αντί να διδάσκονται αρκετά μεγάλο όγκο μαθημάτων για μια έννοια, να κατανοήσουν τις βασικές πτυχές που τους βοηθούν να απαντήσουν σε δύο ερωτήσεις, πώς και γιατί (Duncan & Cavera, 2015). Επιπλέον, απαιτούνται ορισμένα πρότυπα και σημεία αναφοράς για την ενίσχυση του εστιασμένου γραμματισμού STEM και του παιδαγωγικού περιεχομένου (Krajcik & Delen, 2017).

Οι οριζόντιες έννοιες έχουν μια διεπιστημονική φύση, η οποία έχει εφαρμογή σε όλους τους κλάδους και γεφυρώνει τις σχέσεις μεταξύ τους με τέτοιο τρόπο, ώστε να δίνεται νόημα σε ένα πρόβλημα ή φαινόμενο (Krajcik & Delen, 2017). Επιπλέον, αυτές λειτουργούν ως εργαλεία για τη μελέτη φαινομένων από πολλές οπτικές γωνίες (Duncan & Cavera, 2015), άρα θεωρούνται εργαλεία σκέψης και οι μαθητές θα πρέπει να μπορούν να τις χρησιμοποιούν άνετα ανάλογα με τη φύση του διερευνούμενου προβλήματος ή φαινομένου (Duncan & Cavera, 2015; Bartholomew, 2015; NRC, 2012).

Το NGSS (2013) επικεντρώθηκε σε πρακτικές της μηχανικής επιστήμης και στον σχεδιασμό μοντέλων, ώστε η γνώση και οι δεξιότητες να εξασκούνται, με σκοπό να διευκολύνουν την επίλυση προβλημάτων (Moye, Dugger & Starkweather, 2014; Shernoff et al., 2017). Παράλληλα, η εκπαίδευση μηχανικής, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού, δύναται να ενσωματώσει την εμπειρία και την εξερεύνηση των μαθητών για το πώς και γιατί εμφανίζεται ένα συγκεκριμένο πρόβλημα (NRC, 2012).

Αντίστοιχα, και οι Marulcu και Barnett (2016), σημειώνουν ότι οι πρακτικές μηχανικής ενισχύουν την καλύτερη κατανόηση των εννοιών των φυσικών επιστημών και των μαθηματικών, αυξάνοντας τη χρήση της τεχνολογίας. Με αυτόν τον τρόπο πραγματοποιείται η σύνδεση με τις κοινωνικές ανάγκες, καθώς αντιμετωπίζονται

αυθεντικά περιβάλλοντα. Και άλλοι επιστήμονες διατύπωσαν παραπλήσιες απόψεις σχετικά με τη μηχανική σκέψη, καθώς με τη βοήθειά της προσδιορίζονται τα απαραίτητα κριτήρια για τον σχεδιασμό, ενσωματώνεται η μαθηματική σκέψη και διάφορες έννοιες των Φυσικών Επιστημών και επιλύονται προβλήματα που σχετίζονται με τον σχεδιασμό (Honey, Pearson&Schweingruber, 2014; Kelley&Knowles, 2016; Lesseiget al., 2016; Krajcik&Delen, 2017).

1.2. Το κίνημα STEAM

Το κίνημα που επιδιώκει να δώσει νέα ώθηση στην ανάπτυξη της Επιστήμης, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών (STEM) ξεκίνησε στις Ηνωμένες Πολιτείες τη δεκαετία του 1990, με τη χορηγία του Εθνικού Ιδρύματος Επιστημών. Μετά από μερικά χρόνια μικρής κοινωνικής και εκπαιδευτικής επίδρασης (Friedman, 2005), το κίνημα STEM γνώρισε παγκόσμια επέκταση τη δεκαετία του 2010, καθώς προωθήθηκε από τον Κυβερνήτη των Ηνωμένων Πολιτειών. Συγκεκριμένα, το 2012 το κίνημα έκανε ένα καθοριστικό άλμα στην εκπαιδευτική σφαίρα, όταν ο Πρόεδρος Ομπάμα αποφάσισε να ενισχύσει την πρόσληψη εκπαιδευτικών στον τομέα των STEM, ώστε να αντιμετωπίσει την έλλειψη μαθητών σε αυτούς τους κλάδους, σε σύγκριση με χώρες όπως η Κίνα. Σαφώς, αυτή η κίνηση αποτελούσε μια προσπάθεια της Αμερικής να παραμείνει οικονομικά ανταγωνιστική, αναπτύσσοντας μια εθνική ταυτότητα STEM (Land, 2013).

Στον εκπαιδευτικό τομέα, η ταυτότητα STEM ανταποκρίνεται στην ανάγκη των πολιτών να κατανοήσουν τον κοινωνικό αντίκτυπο αυτών των κλάδων. Συνεπώς, οι πολίτες είναι σε θέση να κατανοήσουν την πρόοδο, όπως επίσης και την κοινωνική συνεισφορά που προωθείται από τους κλάδους του STEM και, ως εκ τούτου, επιδεικνύουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για αυτούς (Perales&Aguilera, 2020). Τοιουτοτρόπως, δημιουργείται η αίσθηση του «ανήκειν» σε μια κοινωνία, όπου οι κλάδοι STEM θα κατέχουν έναν ουσιαστικό ρόλο και ανεξάρτητα από την εθνικότητα, το φύλο και τον πολιτισμό (Brickhouse et al., 2000; Carlone&Johnson, 2007; Polman&Miller, 2010).

Ομοίως, στη βιβλιογραφία εντοπίζεται ο όρος STEM literacy, που επινοήθηκε από την ομάδα μελέτης STEM της Ουάσιγκτον το 2011, ο οποίος φαίνεται να συνδέεται με την έννοια της ταυτότητας STEM (Zollman, 2012). Αυτός ο οργανισμός ορίζει τον

αλφαριθμητισμό STEM ως την ικανότητα εντοπισμού και εφαρμογής περιεχομένου από περιοχές γνώσης STEM για την κατανόηση και την επίλυση προβληματικών καταστάσεων, που δεν μπορούν να επιλυθούν με την προσέγγιση ενός μόνο κλάδου. Η ανάπτυξη του νέου είδους αλφαριθμητισμού θα συνεπαγόταν ότι καθένας από τους κλάδους STEM περιλαμβάνει μια σειρά από εννοιολογικά, διαδικαστικά και νοοτροπικά περιεχόμενα, ούτως ώστε, εάν η γνώση καθενός από αυτά είναι απαραίτητη, είναι απαραίτητη και η ικανότητα αναγνώρισης και εκτίμησης των συνδέσεων που υπάρχουν μεταξύ τους. Η ενοποίηση των γνωστικών περιοχών συνεπάγεται την απόκτηση ενός τελικού προϊόντος, διαφορετικού από το άθροισμα των επιμέρους επιστημονικών κλάδων (Perales&Aguilera, 2020).

Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα από τα χαρακτηριστικά της εκπαίδευσης STEM, οι ενεργητικές μεθοδολογίες διδασκαλίας φαίνονται ως οι καταλληλότερες για την εφαρμογή αυτού του μοντέλου διδασκαλίας. Συνεπώς, η μάθηση βάσει έργου (Domènech-Casal, 2019) ή η μάθηση βάσει προβλημάτων (Louetal., 2011) έχουν χρησιμοποιηθεί για τη διεξαγωγή διδακτικών προτάσεων με προσέγγιση STEM (Martín-Páezetal., 2019).

Παρά την εκθετική αύξηση των πρωτοβουλιών παγκοσμίως, εξακολουθούν να υπάρχουν εύλογες αμφιβολίες ότι όλα όσα δημοσιεύονται ως STEM ανταποκρίνονται πραγματικά στο ακρωνύμιο (Martín-Páezetal., 2019) ή ότι το STEM παρέχει μεγάλες δόσεις πρωτοτυπίας (Perales&Aguilera, 2020) σε σύγκριση, για παράδειγμα, με το χρονολογικά παλαιότερο κίνημα, που ονομάζεται Science-Technology-Society (STS). Μάλιστα, αρκετοί συγγραφείς επικρίνουν την προσέγγιση STEM για την ασάφειά της, την εξάρτησή της από την αγορά εργασίας, την οικειοποίηση του όρου από τη βιομηχανία μέσω παιχνιδιών που παρουσιάζονται ως σύμφωνα με την προσέγγιση STEM ή την έλλειψη συνεκτίμησης ηθικών στοιχείων στις προτάσεις του. Αυτή η αμφισβήτηση επεκτείνεται, επίσης, σε αμφιβολίες σχετικά με την ύπαρξη μιας φύσης STEM διαφορετικής από αυτή των συστατικών κλάδων του (Ortiz-Revillaetal., 2020).

1.3. Η Εκπαίδευση STEAM

Δεν υπάρχει ακόμη συμφωνημένος ορισμός της εκπαίδευσης STEM (Bruce-Davis,etal., 2014), ωστόσο οι ερευνητές προσπαθούν να καταλήξουν σε έναν, ο

οποίος βελτιώνεται με τα χρόνια. Οι Brownetal. (2011) σημείωσαν ότι το STEM είναι ένα αρκτικόλεξο που περιγράφει μια διεπιστημονική επιστήμη, τα μαθηματικά, τη μηχανική και την τεχνολογία. Ο Johnson (2013) όρισε το STEM ως μια διδακτική οδηγία που ενσωματώνει την επιστήμη και τα μαθηματικά στις επιστημονικές πρακτικές και στον μηχανικό σχεδιασμό. Οι Kennedy και Odell (2014) όρισαν το STEM ως την ολοκλήρωση μεταξύ των υποκειμένων κατά την οποία εξαλείφονται τα εμπόδια μεταξύ τους. Από την άλλη, οι Corlu, Capraro&Capraro (2014) όρισαν το STEM ως μια συλλογική κατασκευή γνώσεων και δεξιοτήτων σε περισσότερους από έναν από τους αντίστοιχους τομείς.

Συνεχίζοντας με τους ορισμούς, ο Fitzallen (2015) όρισε το STEM ως μια ολιστική προσέγγιση που στοχεύει να προσφέρει συνδεδεμένη και ουσιαστική εκπαίδευση συνδέοντας κλάδους μεταξύ τους, ενώ οι Shernoffetal. (2017) παρέθεσαν τον ορισμό STEM του Υπουργείου Παιδείας των Ηνωμένων Πολιτειών (DoE) που εξηγεί ότι το STEM ενισχύει τη μάθηση με επίκεντρο τον μαθητή, χρησιμοποιώντας τις γνώσεις και τις δεξιότητες των μαθηματικών, των ΦυσικώνΕπιστημών, της τεχνολογίας και της μηχανικής, προάγοντας την κριτική σκέψη, τη δημιουργικότητα, τη συνεργασία και τις δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα για την επίλυση προβλημάτων της πραγματικής ζωής.

Πρόσφατα, η ακαδημαϊκή κοινότητα έχει αρχίσει να δείχνει ενδιαφέρον για τη σύνδεση των ανθρωπιστικών επιστημών με τις φυσικές επιστήμες και τις τεχνολογίες, ως ένα από τα κλειδιά για την ανθρώπινη ανάπτυξη (Katz-Buonincontro, 2018), ώστε να ικανοποιηθεί η ανάγκη προσφοράς μιας ολοκληρωμένης εκπαίδευσης. Η διεπιστημονική και ολόπλευρη διαπαιδαγώγηση αναμένεται να είναι προαπαιτούμενη μελλοντικά, καθώς μαζί με την κοινωνική και οικονομική αβεβαιότητα που προβλέπεται, θα χρειάζονται όχι μόνο επιστήμονες και ειδικοί στις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία, αλλά και επαγγελματίες στις τέχνες και τις ανθρωπιστικές και κοινωνικές επιστήμες. Τα άτομα που εκπαιδεύονται τοιουτοτρόπως θα είναι σε θέση να κατανοούν καλύτερα τις διαφορετικές αποχρώσεις της ανθρώπινης συμπεριφοράς (Hartley, 2017).

Σε μία προσπάθεια αποσαφήνισης του όρου διεπιστημονικότητα, αυτή, συνήθως, ορίζεται ως η σύμφυση γνώσης, δηλαδή εννοιών, εργαλείων και προσεγγίσεων, τα οποία πηγάζουν από διαφορετικές επιστήμες. Ως τελικό προϊόν αναζητούν την

ενότητα της γνώσης, καθώς και τη σφαιρική ανάλυση και κατανόηση της πραγματικότητας (Λιαράκου & Φλογαΐτη, 2007; Osman, 2013). Η σύμπραξη των επιστημών μεταξύ τους σε επίπεδο σχολείου, επομένως, συνιστά θεμελιώδη παιδαγωγικό στόχο (Morin, 1990). Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές είναι σε θέση να αντιληφθούν ότι τα μεμονωμένα γνωστικά πεδία επικοινωνούν στην ουσία μεταξύ τους και ότι η διεπιστημονική επιστήμη οικοδομείται με βάση αυτήν ακριβώς τη δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ των επιστημών.

Κατά συνέπεια, τα όρια της γνώσης που προέρχεται από ολοένα και πιο εξειδικευμένους ακαδημαϊκούς ή πανεπιστημιακούς κλάδους αρχίζουν να θολώνουν, λόγω των νέων συνδέσεων και αλληλεπιδράσεων μεταξύ των θεμάτων. Κρίνεται, επομένως, αναγκαία μια πιο ολοκληρωμένη εκπαίδευση, σύμφωνα με τα πρότυπα της οικονομικής και πολιτιστικής παγκοσμιοποίησης (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). Ένα σημάδι αυτής της ολοκλήρωσης είναι η πρόσφατη επέκταση του ακρωνύμιου STEM σε STEAM, με την προσθήκη του A για τις Τέχνες (τόσο οπτικές, όσο και παραστατικές) και, κατ' επέκταση, τις Ανθρωπιστικές Επιστήμες. Οι λόγοι για τους οποίους προκύπτει αυτή η ενσωμάτωση είναι ποικίλοι, αν και η κύρια αιτία φαίνεται να είναι η προσέγγιση της έννοιας της δημιουργικότητας στην εκπαίδευση STEM (Katz-Buonincontro, 2018). Έτσι, μια εκπαίδευση STEAM θα μπορούσε να οριστεί ως αυτή που προτείνει μια ολοκληρωμένη διδασκαλία επιστημονικών-τεχνολογικών, καλλιτεχνικών και, γενικά, ανθρωπιστικών ικανοτήτων, με ενσωμάτωση κατανοητή με μια προοδευτική έννοια που πηγάζει από τη διαθεματικότητα στη διεπιστημονικότητα.

Τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα η διδασκαλία των STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Math, δηλαδή Φυσική, Τεχνολογία, Μηχανική, Τέχνη και Μαθηματικά) λαμβάνει ολοένα και αυξανόμενη προσοχή σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης. Η εκπαίδευση STEAM παρουσιάζει τις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, την Μηχανική και τα Μαθηματικά με ολοκληρωμένο τρόπο και όχι ως μαθήματα που πρέπει να διδάσκονται ξεχωριστά (Ejwale, 2013) και βοηθά τους εκπαιδευτικούς να ενσωματώνουν στη διδασκαλία τους αρκετά γνωστικά αντικείμενα ταυτόχρονα, παρέχοντας τη δυνατότητα να εφαρμόζουν σύγχρονες διδακτικές πρακτικές. Επιπλέον, προωθεί μαθησιακές εμπειρίες που επιτρέπουν στα παιδιά να εξερευνούν, να αναρωτιούνται, να ανακαλύπτουν, να καλλιεργούν δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, να σκέφτονται κριτικά και να εξασκούνται γενικότερα σε

καινοτόμες δεξιότητες ενεργητικής οικοδόμησης νοήματος (Parketal., 2016; Mitts, 2016; Colker&Simon, 2014; Kennedy&Odell 2014; Glancy&Moore, 2013; Asgharetal., 2012; Brownetal., 2011).

Οι Kim&Kim (2016) κατηγοριοποίησαν τη συνεισφορά του STEAM στους διδακτικούς στόχους σε: γνωστικές ικανότητες διαφόρων θεμάτων (κατανόηση και χρήση συγκλίνουσας γνώσης), σε προηγμένη σκέψη (δημιουργικότητα, ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, ικανότητα κριτικής σκέψης, ικανότητα χρήσης πληροφοριών και ικανότητα λήψης αποφάσεων), στην προσφορά στην κοινότητα (επικοινωνία, συμμετοχή σε κοινωνικές σχέσεις και συνεργασία) και σε ατομική και συναισθηματική εξέλιξη (αυτοσεβασμός, θετικό συναίσθημα, προσοχή και ευαισθητοποίηση του πολίτη).

Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η επιτυχημένη διδασκαλία μέσω STEAM, εξαρτάται από το πρόγραμμα σπουδών, καθώς και από τις οδηγίες που δίνονται σχετικά με τις φυσικές επιστήμες και τα μαθηματικά. Ως εκ τούτου, για να θεωρηθεί μία διδασκαλία επιτυχημένη, οφείλει να ακολουθείται μια προσέγγιση που στοχεύει στην ολοκλήρωση, στη διδασκαλία σχεδιασμού μηχανικής και στην επίλυση προβλημάτων.

Επιπλέον, εξαιρετικά βασική είναι η αξία της ενίσχυσης των στρατηγικών διερεύνησης σε όλους τους κλάδους, καθώς και η προώθηση της συνεργασίας, η σύνδεση των μαθητών με την κοινότητά τους και η προώθηση απόψεων πολλαπλών προοπτικών για την ανάπτυξη διεπιστημονικών ιδεών. Τέλος, είναι αναγκαίο να προσφέρονται ερευνητικές εμπειρίες μάθησης, χρησιμοποιώντας διαθέσιμες τεχνολογίες, συμπεριλαμβανομένων πρακτικών από τις φυσικές επιστήμες και την μηχανική και χρησιμοποιώντας μάθηση βάσει έργου και μάθηση βάσει επίλυσης προβλημάτων (Kennedy&Odell, 2014; Storksdieck, 2016). Ταυτόχρονα, σύμφωνα με εμπειρίες από εφαρμογή των STEAM, διαφαίνεται ότι τα παιδιά είναι πιο δραστήρια και έχουν την ικανότητα να αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες σύμφωνα με τις δικές τους γνώσεις, έχοντας παράλληλα τη δυνατότητα να αυξήσουν την αυτοπεποίθησή τους (Wahyuningsihetal., 2020).

Για να επιτευχθεί αυτό, προτείνονται η κατάσταση, ο δημιουργικός σχεδιασμός και η συναισθηματική επαφή ως τα κριτήρια μάθησης για μια εκπαίδευση STEAM (Kim&Kim, 2016). Η κατάσταση δημιουργείται, όταν μαθαίνουν οι μαθητές να

αισθάνονται την ανάγκη να λύσουν προβλήματα. Ο δημιουργικός σχεδιασμός, από την άλλη, ενθαρρύνει τους μαθητές να βρουν έναν τρόπο να λύσουν μόνοι τους τυχόν προβλήματα. Η συναισθηματική επαφή, τέλος, προκαλεί τον ενθουσιασμό των μαθητών, διεγείροντας το ενδιαφέρον τους, παρέχοντάς τους κίνητρα, καθώς και τη χαρά της επιτυχίας, ούτως ώστε να είναι σε θέση να λύσουν νέα προβλήματα.

Μερικές πρακτικές εκπαίδευσης με STEAM μπορεί να περιλαμβάνουν επίσκεψη σε μουσεία, διεξαγωγή ιδιαίτερα διασκεδαστικών ή/και διαδικτυακών πειραμάτων, ανάγνωση διαδραστικών βιβλίων, προσομοίωση και δημιουργία βίντεο (Li&Wong, 2020), καθώς και χρήση δράματος για μοντελοποίηση ή δημιουργία ομοιοκαταληξίας ποιημάτων και τραγουδιών για την απομνημόνευση πληροφοριών (Colucci-Grayetal., 2019). Ειδικότερα, αξιοποιείται και η «παιχνιδοποίηση», η οποία ορίζεται ως μία διαδικασία μετατροπής εκπαιδευτικού περιεχομένου και διεργασιών εκτός παιχνιδιού, σε διαδικασίες που μοιάζουν με παιχνίδι (Boytchev&Boytcheva, 2020). Γενικότερα, η ρομποτική στη σημερινή εποχή ολοκληρώνει και εξελίσσει την εκπαίδευση, καθώς, όταν οι μαθητές μαθαίνουν με τη ρομποτική, αποκτούν εμπειρία στη διαχείριση έργων, την ανάλυση συστημάτων, την πρόσβαση σε πληροφορίες, την ομαδική εργασία και την επίλυση προβλημάτων (Τασολάμπρου, 2010).

1.4. Οι κλάδοι του STEAM: Science -Technology-Engineering-Art-Math

Ο Mitts (2016) δημοσίευσε μια μελέτη με τίτλο «Γιατί STEM;», στο οποίο αναρωτήθηκε για τη σημασία του STEM και τον ρόλο του στη μεταρρύθμιση της εκπαίδευσης στις επιστήμες. Το συμπέρασμά του ήταν ότι οι Φυσικές Επιστήμες προτείνουν τη θεωρία που απαντά στο ερώτημα «γιατί», η τεχνολογία εξηγεί τη διαδικασία που απαντά στην ερώτηση «πώς», η μηχανική καθορίζει το σχέδιο που απαντά στην ερώτηση «τι» και τα μαθηματικά, που δίνουν την έννοια, αποκαλύπτουν σχέσεις μεταξύ των κλάδων. Η διδακτική προσέγγιση STEAM αποτελεί μια καινοτόμο διδακτική προσέγγιση, όπου έννοιες και φαινόμενα συνδυάζονται με μαθήματα που άπτονται του πραγματικού κόσμου. Βασικό χαρακτηριστικό της είναι ότι οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές θα πρέπει να εμπλακούν σε μια διαδικασία, κατά την οποία οι Φυσικές Επιστήμες, η Τεχνολογία, η Μηχανική και τα Μαθηματικά

εφαρμόζονται σε προβλήματα του πραγματικού κόσμου (Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2018).

Μερικές φορές, ο όρος STEM μπορεί να αναφέρεται σε οποιοδήποτε ή σε όλα τα πεδία των Φυσικών Επιστημών, των Μαθηματικών, της Μηχανικής και της Τεχνολογίας τόσο μεμονωμένα όσο και ολοκληρωμένα. Πιο πρόσφατα, ωστόσο, ο όρος STEM έχει χρησιμοποιηθεί για να υποδηλώσει ένα πιο ολοκληρωμένο πλαίσιο, προωθώντας σημαντικές παιδαγωγικές σχέσεις μεταξύ των τεσσάρων αυτών στοιχείων. Το STEM, λοιπόν, αποτελεί μια προσέγγιση στην εκπαίδευση που σχεδιάζεται ούτως ώστε στη διδασκαλία των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών, οι οποίες καθίστανται απαραίτητες για την κατανόηση βασικών φαινομένων για τη ζωή, να εισαχθούν οι επιστήμες των Τεχνολογιών και της Μηχανικής, καθώς αποτελούν για τον άνθρωπο τα μέσα αλληλεπίδρασης με το σύμπαν. Μολονότι είναι ευρέως διαδεδομένο πως το STEM συνδέει τέσσερις, αρχικά, κλάδους, υπάρχουν ευρείες διαφωνίες μεταξύ των ερευνητών σχετικά με τους κλάδους που πρέπει να περιλαμβάνονται. Μερικοί τονίζουν ότι το STEM αποτελείται μόνο από τέσσερις κλάδους, ενώ άλλοι διαφωνούν και προτείνουν σύνδεση μεταξύ των φυσικών επιστημών και της μηχανικής (Strimel&Grubbs, 2016) και άλλοι προτείνουν διαφορετικούς κλάδους σύνδεσης.

Με αυτή τη θεματική ασχολείται πληθώρα ερευνών. Ειδικότερα, στη μελέτη του Fitzallen (2015), αναλύθηκαν οι διαφορετικές θεματικές συνδέσεις που θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν και εντοπίστηκαν επτά στυλ αναμενόμενων συνδέσεων. Από την άλλη, ο McDonald (2016), καθώς και έτεροι μελετητές (π.χ. Kasza&Slater, 2017; Asunda&Mativo 2016; Ritz&Fan, 2015; Hernandez,etal., 2014), υποστήριξαν ότι η εκπαίδευση STEM σε πολλά σχολεία εστιάζει μόνο στις φυσικές επιστήμες και τα μαθηματικά, ενώ η τεχνολογία και η μηχανική παραγκωνίζονται. Με αυτόν τον τρόπο, στις περισσότερες περιπτώσεις τα STEM διδάσκονται μόνο από τη σκοπιά του κάθε γνωστικού αντικείμενου ξεχωριστά και όχι από μια διεπιστημονική προοπτική.

Υπάρχουν σαφώς και άλλοι ερευνητές, οι οποίοι υποστηρίζουν ότι θα μπορούσαν να προστεθούν και επιπλέον γνωστικά αντικείμενα που δεν ανήκουν στα STEM (Shernoff,etal., 2017; Fitzallen, 2015). Ο Yildirim (2016), καθώς και οι Kelley και Knowles (2016) ανέφεραν ότι η εκπαίδευση STEM είναι εφαρμόσιμη σε οποιοδήποτε

σχολικό μάθημα, αν και οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί εστιάζουν στους τέσσερις κύριους κλάδους του STEM. Σε αυτό το σημείο κρίνεται απαραίτητο να γίνει αναφορά στην εισαγωγή του πέμπτου κλάδου, της Τέχνης. Η συμπερίληψη των τεχνών (Art) στους κλάδους STEM είναι μια φυσική εφαρμογή, λόγω της έμφασης του STEAM στη δημιουργικότητα και το σχεδιασμό (Sharapan, 2012). Η φύση των τεχνών και το STEM προσφέρονται για μία ολιστική, πρακτική μάθηση και παραγωγή. Άλλωστε, μέσω των διαφόρων μορφών τέχνης, βιώνονται και διαφορετικοί τρόποι γνώσης και εμπειρίας του κόσμου.

Οι ρίζες του STEM και του STEAM είναι διαφορετικές. Το STEM εδράζεται στην κάλυψη των αναγκών της βιομηχανίας και του εργατικού δυναμικού, καθώς στην ανάγκη της ετοιμότητας για το κολέγιο, την επαγγελματική σταδιοδρομία και την παγκόσμια ανταγωνιστικότητα (NRC, 2011). Από την άλλη, το STEAM εστιάζει συγκεκριμένα σε μαθητές που λύνουν αυθεντικά προβλήματα για να κάνουν τον κόσμο καλύτερο, εστιάζοντας στη δημιουργικότητα, την αισθητική, την προσωπική έκφραση και το νόημα. Σε αυτό το πλαίσιο, ο σχεδιασμός λύσεων, από τη μία, νοηματοδοτεί την ύπαρξη και την αναγκαιότητα όλων των κλάδων για την επίλυση προβλημάτων στον κόσμο και, από την άλλη, καλλιεργεί την ενσυναίσθηση (Cook&Bush, 2018).

Για τους Peppler και Wohlwend (2018), η συμπερίληψη του A (Art) στο STEM, συνεπάγεται έναν αμοιβαίο εμπλουτισμό, καθώς, αφενός, οι καλλιτέχνες μπορούν να επεκτείνουν το δημιουργικό δυναμικό σχεδιασμού μέσω υπολογιστικής ευελιξίας (το T-echnology του STEM). Επιπλέον, οι Τέχνες όχι μόνο δημιουργούν νέα γνώση περιεχομένου, αλλά και προκαλούν τη συμμετοχή πληθυσμών που ιστορικά υποεκπροσωπούνται στα πεδία STEM. Η συμπερίληψη των Τεχνών που περιλαμβάνονται στο STEAM συνεπάγεται, επίσης, μια επανεξέταση της επιστημολογίας των Τεχνών. Άλλωστε, οι κλάδοι του STEM θα πρέπει να ενσωματώνουν μια αποκλίνουσα αντίληψη της γνώσης που υπερβαίνει τις αντιλήψεις μιας αναγωγικής επιστήμης. Επιπλέον, η αναγνώριση των κλάδων του STEM εξετάζεται υπό το πρίσμα της αβεβαιότητας και της ανάγκης εφαρμογής διεπιστημονικών προσεγγίσεων στην παραγωγή γνώσης (Colucci-Grayetal., 2019). Αντίθετα, η καλλιτεχνική εκπαίδευση αναπτύχθηκε συγκεντρωτικά και είναι ανεξάρτητη από το υπόλοιπο πρόγραμμα σπουδών (Korsyn, 2003).

Η προσθήκη της Τέχνης, λοιπόν, παρέχει πρόσθετες επιλογές στους εκπαιδευτικούς για να παρουσιάσουν τις έννοιες STEM στους μαθητές, καθώς επιτρέπει τη διασταύρωση των τεχνών με τα πεδία STEM, τα οποία όχι μόνο μπορούν να ενισχύσουν τη μάθηση, αλλά και να βοηθήσουν στην απελευθέρωση της δημιουργικής σκέψης και της καινοτομίας (Robelen, 2011). Οι στόχοι της εκπαίδευσης STEAM, επομένως, διευρύνουν το πεδίο δράσης σε ένα φάσμα που εκτείνεται από την προώθηση επιστημονικών-τεχνολογικών επαγγελμάτων έως την απόκτηση βασικών ικανοτήτων και δεξιοτήτων για την αντιμετώπιση των προκλήσεων του μέλλοντος, που συνοψίζονται στα 4C που εμφανίζονται στην Ατζέντα του 2030: Δημιουργικότητα (Creativity), Επικοινωνία (Communication), Κριτική Σκέψη (Critical Thinking) και Συνεργασία (Collaboration). Επιπλέον, κρίθηκε ως απαραίτητο να προστεθεί και η απόκτηση δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων (Li & Wong, 2020). Υπό αυτή την έννοια, οι Τέχνες παρέχουν νέες προοπτικές για την αναπαράσταση της πραγματικότητας με εμπλουτισμένα μέσα. Από αυτή την άποψη, ο Land (2013) κάνει λόγο για παραδοσιακά πτυχία STEM που επικεντρώνονται σε συγκλίνουσες δεξιότητες, ενώ τα πτυχία τέχνης επικεντρώνονται σε αποκλίνουσες.

Οι Perignat και Katz-Buonincontro (2019) τονίζουν την αξία των βασικών πτυχών της καλλιτεχνικής εκπαίδευσης που περιλαμβάνουν την κριτική, την αυτοέκφραση και τη μετάδοση νοήματος. Τόσο η διαδικασία κριτικής όσο και η έννοια της μετάδοσης νοήματος μέσω της αυτοέκφρασης είναι χαρακτηριστικά γνωρίσματα της καλλιτεχνικής εκπαίδευσης που έχουν διαπιστωθεί ότι βελτιώνουν τις δεξιότητες λεκτικής και μη λεκτικής επικοινωνίας, τη δεκτικότητα στις αντιλήψεις των άλλων, την κατανόηση της κοινωνικοπολιτισμικής δυναμικής και την εαυτογνωσία μέσα από τη διερεύνηση εμπειριών και συναισθημάτων. Επιπλέον, το εγγενές κίνητρο που μπορεί να προσφέρει η προσθήκη του Α(τ), όπως η απόλαυση των τεχνών (μουσική, ζωγραφική, λογοτεχνία) δεν μπορεί να παραβλεφθεί. Όπως παρατηρείται, η προσέγγιση STEAM μπορεί να συνεισφέρει στο να επαναπροσεγγιστεί η πολυετής συζήτηση σχετικά με την καλλιτεχνική εκπαίδευση, είτε ως εκπαιδευτικό μέσο, είτε ως αυτοσκοπό, ξεπερνώντας ένα πρόγραμμα σπουδών με επίκεντρο το περιεχόμενο (Aróstegui & Kyakuwa, 2021).

Η μηχανική, από την άλλη, θεωρείται ως ένα αναπόσπαστο συστατικό στοιχείο του STEAM, καθώς λειτουργεί καθοδηγητικά, όσον αφορά τη διδασκαλία διαφόρων εννοιών των γνωστικών αντικειμένων (Guzey, Harwell & Moore, 2014).

Ακόμα, αποτελεί κίνητρο για ολοκληρωμένη μάθηση, διότι ασχολείται με προβλήματα του πραγματικού κόσμου και εμπεριέχει ένα κράμα εννοιών από τον χώρο των φυσικών επιστημών και των μαθηματικών (Shernoffetal., 2017). Η διδασκαλία των εννοιών της μηχανικής και του σχεδιασμού, σύμφωνα με στοιχεία της NRC (2012), καλλιεργεί τον μηχανικό στοχασμό των μαθητών. Επιπρόσθετα, υποστηρίζεται ότι η μηχανική προωθεί την κριτική σκέψη, αναπτύσσει τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων και επεκτείνει τις επικοινωνιακές δεξιότητες των παιδιών (Asgharetal., 2012; Roehrigetal., 2012), που είναι ζωτικής σημασίας στην εκπαίδευση, καθώς προετοιμάζουν τους μαθητευόμενους για τις συνθήκες της πραγματικής ζωής.

Κρίνεται αναγκαία σε αυτό το σημείο η αναφορά στην έννοια του προγραμματισμού, καθώς εμπίπτει και στον επιστημονικό κλάδο της Μηχανικής. Η έννοια του προγραμματισμού είναι καθοριστικής σημασίας για τη διδασκαλία εννοιών που συνδέονται με τη μάθηση των Μαθηματικών, της Φυσικής και της Λογικής. Συνεπώς, αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για την εκπαίδευση στα πεδία STEAM (Papert, 1980). Πλέον έχουν αναπτυχθεί αρκετά προγραμματιστικά εργαλεία, τα οποία προσφέρουν ποικίλες δυνατότητες στους μαθητές (λ.χ. τους επιτρέπουν να επινοήσουν παιχνίδια), επιτρέποντα την εξέλιξη από τον σχεδιασμό παιχνιδιού σε εφαρμογές εκπαίδευσης STEAM. Ως αποτέλεσμα η υπολογιστική σκέψη που καλλιεργείται και αναπτύσσεται αποτελεί και τον πυρήνα για την επίλυση ενός προβλήματος, καθώς μέσω της μηχανικής σκέψης παρέχονται τρόποι που βοηθούν να προσεγγιστεί ο σχεδιασμός και η αξιολόγηση ενός πολύπλοκου συστήματος με τους περιορισμούς που θέτει ο πραγματικός κόσμος. Επομένως, μοιράζεται με επιστημονική σκέψη μηχανισμούς, με τους οποίους μπορεί να γίνει κατανοητή η έννοια της υπολογισιμότητας, της νοημοσύνης, αλλά και η ανθρώπινη συμπεριφορά (Wing, 2011).

Ο επόμενος επιστημονικός κλάδος που εμπλέκεται στην εκπαίδευση μέσω STEAM είναι η Τεχνολογία. Η Τεχνολογία είναι διάχυτη σε κάθε σχεδόν δραστηριότητα της καθημερινής ζωής και, στην εκπαίδευση STEAM, σχετίζεται με την ικανότητα χρήσης οργάνων, εργαλείων και ψηφιακών τεχνολογιών (McDonald, 2016). Η τεχνολογία προσφέρει τρόπους στους εκπαιδευτικούς να είναι δημιουργικοί, παρέχοντας διάφορες πλατφόρμες για καλύτερη ενσωμάτωση των κλάδων (Miller&Knezek 2013). Σε αυτό το πλαίσιο εντάσσεται και το ότι το NGSS (2013) όρισε την τεχνολογία ως εφαρμογή των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής,

αναγνωρίζοντας ότι υποστηρίζει την κατανόηση όλων γνωστικών αντικειμένων και όλων των υπόλοιπων κλάδων του STEAM (Kennedy&Odell, 2014; Bartholomew, 2015).

Τα Μαθηματικά μπορεί να τοποθετούνται στο τέλος του ακρωνυμίου STEAM, ωστόσο έχουν σημαντικό ρόλο στην καθημερινή ζωή. Τα Μαθηματικά βρίσκονται παντού γύρω μας και αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι σε κάθε πεδίο γνώσης. Τόσο στα Μαθηματικά όσο και στις Φυσικές επιστήμες, το σώμα γνώσεων αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου. Στα Α.Π.Σ. του δωδεκάχρονου σχολείου, τα μαθηματικά περιλαμβάνουν τα επιμέρους γνωστικά αντικείμενα της αριθμητικής, της άλγεβρας, της γεωμετρίας, και της στατιστικής. Τα Μαθηματικά χρησιμοποιούνται στις Φυσικές Επιστήμες, στη Μηχανική και στην Τεχνολογία. Καθώς οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση να επιλύουν αμιγώς μαθηματικά προβλήματα, το μάθημα των Μαθηματικών δεν είναι τόσο ευχάριστο και εύληπτο για όλους τους μαθητές. Συνεπώς, οι δάσκαλοι οφείλουν να αναπτύξουν τις μαθηματικές έννοιες, χωρίς να αξιοποιούν την παρωχημένη τεχνική της απομνημόνευσης και της απλής μετάδοσης πληροφορίας, αλλά να αξιοποιήσουν την ενεργητική και συνεργατική μάθηση (McDonald, 2016). Οι Kelley και Knowles (2016) θεωρούν τα μαθηματικά ως βάση για την εκπαίδευση STEAM. Αυτό συμβαίνει, διότι αξιοποιούνται πρακτικές που αφορούν την σχηματοποίηση ενός μαθηματικού προβλήματος σε πλαίσιο επιστημονικό, μεταφράζοντάς το, όμως, σε κάτι απτό και κατανοητό, ώστε τα παιδιά να μπορούν να ταυτιστούν. Από την άλλη, ο English (2016) υποστήριξε ότι ο μαθηματικός γραμματισμός θα πρέπει να είναι εξασφαλισμένος και ότι δεν θα μπορούσαν να διδαχθούν όλες οι μαθηματικές έννοιες μέσω του STEAM.

Όσον αφορά τον κλάδο Science, το NGSS (2013) ανέλυσε την επιστήμη στις φυσικές επιστήμες της βιολογίας, της χημείας, της γης, του διαστήματος, της φυσικής και του περιβάλλοντος. Απώτερος στόχος τους είναι η συγκρότηση εξηγήσεων για τα φαινόμενα. Επιπλέον, η παραγόμενη γνώση από το πεδίο των Φυσικών Επιστημών επηρεάζει άμεσα το γνωστικό αντικείμενο της Μηχανικής (ή Επιστημών του Μηχανικού) και της Τεχνολογίας. Αυτές οι επιστήμες θα μπορούσαν να μελετηθούν μέσω παρατήρησης ή πειραματισμού (Forawi, 2016). Τα πειράματα αποτελούν σημαντικό κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας, καθώς εγείρουν το ενδιαφέρον των παιδιών. Ο μαθητής δεν αποτελεί έναν παθητικό δέκτη, ούτε είναι ένας απλός παρατηρητής, αλλά, αντιθέτως, έχει ενεργό ρόλο στη μάθηση, δημιουργεί μόνος του

συμβάντα, παρατηρεί συστηματικά και προβληματίζεται. Όπως υποστηρίζει και η Linder (1992), η διδασκαλία γίνεται αποτελεσματική και αποδοτική, όταν υφίσταται μια κατάσταση, για την οποία ο μαθητής συζητά τις ιδέες και τις σκέψεις του.

Στο ίδιο πλαίσιο, οι χειραπτικές δραστηριότητες συνίστανται ως ικανοποιητικές πρακτικές για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Zemelman, Daniels, Hyde, 2005). Όταν διεξάγονται πειράματα, προβάλλονται οι ιδέες των μαθητών, ενώ ταυτόχρονα έρχονται σε επαφή με την επιστημονική μεθοδολογία. Με αυτόν τον τρόπο, κατά τη διάρκεια των πειραμάτων ο εγκέφαλος καταχωρεί βασικές έννοιες ως ολιστικές εμπειρίες. Οι εκπαιδευόμενοι μέσω της ενεργητικής και βιωματικής διδασκαλίας είναι σε θέση να διατηρήσουν πιο εύκολα στη μακρόχρονη μνήμη τους τα φαινόμενα που διδάχθηκαν. Αλλά πειράματα που προσφέρουν εμπειρικές παρατηρήσεις φαίνεται πως είναι επίσης αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση ορισμένων παρανοήσεων και δυσκολιών (Menchen&Thompson, 2005). Η μάθηση σε γενικότερο πλαίσιο, καθίσταται ευκολότερη, διδάσκεται με απλό τρόπο και εμβαθύνει στα φαινόμενα. Επιπρόσθετα, η μαθητική κοινότητα γίνεται πιο δεκτική, όσον αφορά τις Φυσικές Επιστήμες.

Οι βασικοί στόχοι, όταν προσεγγίζεται διδακτικά το STEAM, είναι αρχικά ο STEAM γραμματισμός (Honey, Pearson&Schweingruber, 2014). Αυτό συνεπάγεται τη συνειδητοποίηση της σημαντικότητας των Φ.Ε., της Μηχανικής, της Τεχνολογίας και των Μαθηματικών στη σύγχρονη κοινωνία, καθώς και την εξοικείωση με τις θεμελιώδεις έννοιες των εν λόγω κλάδων. Επομένως, είναι αναγκαίο να επιμορφωθούν οι εμπλεκόμενοι στη μαθησιακή διαδικασία, ούτως ώστε να αλλάξουν στάση για αυτά τα γνωστικά αντικείμενα και να τους προσελκύσουν το ενδιαφέρον. Επίσης, ως στόχος τίθεται και η ικανότητα εφαρμογής των γνώσεων και των δεξιοτήτων των Φ.Ε., της Μηχανικής, της Τεχνολογίας και των Μαθηματικών εντός των πλαισίων της καθημερινής ζωής (π.χ. η ικανότητα της κριτικής αξιολόγησης του περιεχομένου των Φ.Ε. που εμπεριέχονται σε ένα ντοκιμαντέρ που αφορά την κλιματική αλλαγή ή η εκτέλεση βασικών μαθηματικών υπολογισμών). Αξιοσημείωτο στοιχείο είναι και η σημαντικότητα των διασυνδέσεων που πρέπει να υφίσταται μεταξύ των γνωστικών αντικειμένων, καθώς είναι βασικό προαπαιτούμενο των δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα. Μια προκαταρκτική μετα-ανάλυση (Becker&Park, 2011) 28 μελετών διερεύνησε την επίδραση των ενοποιητικών προσεγγίσεων μεταξύ των

θεμάτων STEAM και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι μαθητές που έμαθαν STEAM μέσω μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης είχαν μεγαλύτερες επιδόσεις.

1.5. Οι δεξιότητες του 21ου αιώνα

Οι δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα που είναι απαραίτητες για τη νέα γενιά επιστημόνων σχετίζονται με τα επίπεδα ανάπτυξης του γνωστικού, διαπροσωπικού, καθώς και του ενδοπροσωπικού τομέα. Οι δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα έχουν ποικίλα οφέλη για όλα τα επιστημονικά πεδία και σχετίζονται με τα εξής:

- Χαρακτήρας: ιδιότητες του ατόμου που είναι απαραίτητες για να είναι προσωπικά αποτελεσματικό σε έναν πραγματικό κόσμο.
- Δικαιώματα: εξέταση θεμάτων που βασίζονται στη βαθιά κατανόηση διαφορετικών αξιών.
- Κριτική σκέψη: σχετίζεται με τις ικανότητες σχεδιασμού ενός έργου, επίλυσης προβλημάτων και λήψης καλών αποφάσεων.
- Επικοινωνία: στον 21^ο αιώνα χρειάζεται να είναι κανείς επικοινωνιακός, όχι μόνο στην άμεση επικοινωνία αλλά και στην έμμεση (γραπτός λόγος, ακουστικές δεξιότητες).
- Συνεργατική ικανότητα: ομαδική εργασία, μάθηση από τους άλλους, ενσυναίσθηση στην εργασία, συλλογική ευφυΐα, συνεργατικότητα σε ψηφιακές εφαρμογές.
- Δημιουργικότητα και καινοτομία: ικανότητα ανταγωνισμού και δημιουργίας οικονομικής ανάπτυξης, που σχετίζεται με ικανότητες που μπορούν να βρουν πολλές λύσεις σε ένα πρόβλημα (Foundation Document For Discussion, 2016).

Αξιοσημείωτες είναι όλες οι δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα που αναφέρθηκαν παραπάνω και αντιλαμβάνεται κανείς πως πλέον χρειάζεται ένα ανθρώπινο δυναμικό που είναι ανταγωνιστικό, καταρτισμένο, δημιουργικό και διαθέτει θετική ηθική (Wan Nor Fadzilah et al, 2016). Δεδομένης της σημασίας των Φυσικών Επιστημών και της μηχανικής στον 21^ο αιώνα, οι μαθητές χρειάζονται μια αίσθηση κατανόησης των συμφραζομένων σε σχέση με την επιστημονική γνώση, τον τρόπο απόκτησης και εφαρμογής της και τον τρόπο σύνδεσης της επιστήμης μέσω μιας σειράς εννοιών που βοηθούν στην περαιτέρω κατανόηση του κόσμου γύρω μας (NRC, 2013).

Στη μελέτη των Williams et al. (2010) υποστηρίζεται ότι η μαθησιακή διαδικασία που βασίζεται στο STEAM ενθαρρύνει την ανάπτυξη των δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα που είναι απαραίτητες για τους μαθητές προκειμένου να αντεπεξέλθουν στον διαρκώς μεταβαλλόμενο κόσμο της Τεχνολογίας, των Πληροφοριών και της Επικοινωνίας. Οι

δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα διαμορφώθηκαν με τέτοιο τρόπο για τον μαθητή, ώστε να είναι σε θέση να επιβιώσει στην ψηφιακή εποχή. Τα τέσσερα κριτήρια της ψηφιακής εποχής είναι ο γραμματισμός στην ψηφιακή εποχή, η εφευρετική σκέψη, η αποτελεσματική επικοινωνία και η υψηλή παραγωγικότητα. Συνεπώς, γίνονται πιο άμεσα κατανοητοί και οι διδακτικοί στόχοι που τίθενται στο STEAM.

1.6. Σημαντικότητα διδασκαλίας STEAM από την προσχολική ηλικία

Εφόσον επισημάνθηκαν παραπάνω οι απαραίτητες δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα, θα ακολουθήσει συζήτηση αναφορικά με τη σημαντικότητα της σύνδεσης της STEAM διδασκαλίας ήδη από την προσχολική ηλικία. Τα παιδιά, όπως έχει επισημανθεί από τη διεθνή βιβλιογραφία, έχουν την ικανότητα να μαθαίνουν θεμελιώδεις έννοιες σε θέματα STEAM ήδη από πολύ μικρή ηλικία. Τα νηπιαγωγεία και άλλοι πάροχοι παιδικής μέριμνας, λοιπόν, είναι αναγκαίο να καλλιεργήσουν τις δεξιότητες και τις έννοιες του STEAM από νωρίς μέσα από συνεχείς ευκαιρίες για παιχνίδι και συζήτηση.

Οι δεξιότητες που μαθαίνουν τα παιδιά όταν ασχολούνται με τις έννοιες STEAM στην προσχολική ηλικία προσλαμβάνονται εύκολα, είναι μεταβιβάσιμες και χρήσιμες σε πολλές πτυχές της ζωής τους. Για παράδειγμα, οι δεξιότητες διαδικασίας, που περιλαμβάνουν παρατηρήσεις, υποθέσεις και κριτική σκέψη, είναι βασικές δεξιότητες για τα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες, αλλά είναι επίσης πολύτιμες για την εκμάθηση οποιουδήποτε άλλου γνωστικού αντικειμένου ή θεματικής της καθημερινής ζωής. Άλλωστε, για τους παρόχους προσχολικής εκπαίδευσης, μέρος της ευθύνης τους απέναντι στα παιδιά είναι η προετοιμασία τους για την πραγματικότητα που θα αντιμετωπίσουν αργότερα στη ζωή τους (Jamiletal., 2017).

Οι δραστηριότητες STEAM ενθαρρύνουν σημαντικά μαθησιακά χαρακτηριστικά και ιδιότητες για παιδιά προσχολικής ηλικίας. Αρχικά, οι Φυσικές Επιστήμες απαιτούν από τα παιδιά προσχολικής ηλικίας όχι μόνο να απαντούν, αλλά και να κάνουν ερωτήσεις. Οι Φυσικές Επιστήμες ενισχύουν την περιέργεια, την έρευνα και την επίλυση προβλημάτων, που συχνά περιλαμβάνει πειραματισμό και εξερεύνηση. Έπειτα, η τεχνολογία αναφέρεται στην εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης που αποκτά ένα παιδί προσχολικής ηλικίας. Αυτό γίνεται χρησιμοποιώντας τα πιο βασικά

εργαλεία, όπως μαρκαδόρους και χάρακες, καθώς και πιο περίπλοκες τεχνολογικές εφευρέσεις, όπως μικροσκόπια και υπολογιστές. Οι δραστηριότητες μηχανικής στην προσχολική ηλικία αφορούν το σχεδιασμό και την κατασκευή. Δοκιμάζονται δομές και σχέδια, καθώς ανακαλύπτονται και δοκιμάζονται πιθανές λύσεις. Συνεχίζοντας, η τέχνη ενθαρρύνει τη δημιουργικότητα και την ανάπτυξη των διαδικασιών, καθώς επίσης επιτρέπει στα παιδιά να επεξηγήσουν τις έννοιες που μαθαίνουν. Τέλος, τα μαθηματικά δεν περιορίζονται μόνο στην αίσθηση αριθμών. Περιλαμβάνουν ακόμα τη δυνατότητα να διακρίνει κανείς και να δημιουργεί μοτίβα, σχήματα, καθώς και οργανωτικές δεξιότητες, όπως γραφήματα και ταξινομήσεις. Επομένως, γίνεται άμεσα αντιληπτή η σημαντικότητα της διδασκαλίας STEAM ήδη από την προσχολική ηλικία (Jamiletal., 2017).

1.7. Εκπαιδευτικές προσεγγίσεις

Η εκπαίδευση STEAM μπορεί να λειτουργήσει είτε ως συνολική προσέγγιση, όπου όλοι οι κλάδοι αντιμετωπίζονται ως μια ολότητα και το περιεχόμενο των κλάδων δεν διαχωρίζεται (Hansen&Gonzalez, 2014; Ejiwale, 2012; Brownetal., 2011), ή ως διεπιστημονική προσέγγιση, όπου το συγκεκριμένο περιεχόμενο κάθε κλάδου διδάσκεται ξεχωριστά. Στη συνέχεια, ένας σημαντικός κλάδος ή κλάδοι θα βρίσκεται στο επίκεντρο του προβλήματος ή του έργου και προστίθενται σταδιακά και οι υπόλοιποι (Asunda&Mativo, 2016; McDonald, 2016; Ritz&Fan, 2015; Asgharetal., 2012; Roehringetal., 2012; Sanders, 2009).

Μια διεπιστημονική προσέγγιση STEAM μπορεί να ενσωματωθεί με πολλές στρατηγικές, όπως, για παράδειγμα, η μάθηση βάσει προβλημάτων. Αυτή εξαρτάται κυρίως από την επίλυση προβλημάτων στο πλαίσιο της πραγματικής ζωής. Μία άλλη στρατηγική αποτελεί η μάθηση βάσει έργου, που έχει χρησιμοποιηθεί και μελετηθεί για δεκαετίες ως μια υγιής παιδαγωγική τεχνική που μπορεί να γεφυρώσει πολλούς κλάδους (Barron, 1998; Thomas, 2000; Krajcik, 2015). Η στρατηγική αυτή μπορεί να ευθυγραμμιστεί με τη διδασκαλία του STEAM για την προώθηση πολλαπλών προσεγγίσεων που βασίζονται στην έρευνα, εφόσον εξαρτάται από τον μηχανικό σχεδιασμό και τις στρατηγικές μάθησης διερεύνησης, οι οποίες προωθούν δεξιότητες σκέψης ανώτερης τάξης και πρακτικές προσεγγίσεις.

Ο Klein (2014) πρότείνει τη διεπιστημονικότητα ως μια συνεργατική διαδικασία που υπερβαίνει τις πολυεπιστημονικές προσεγγίσεις, όπου υπάρχουν δύο κύριες προϋποθέσεις: μια γενική σύνθεση των κλάδων και μέλη της ομάδας που λύνουν προβλήματα του πραγματικού κόσμου. Υποστηρίζει, επίσης, ότι η διεπιστημονικότητα εγείρει το ζήτημα όχι μόνο της επίλυσης προβλημάτων, αλλά και της επιλογής του ίδιου του προβλήματος (π.χ. επιλογή να συμπεριληφθούν ζητήματα κοινωνικής δικαιοσύνης ή οικονομικά ζητήματα ως μέρος των επιστημονικών προβλημάτων), επειδή τα πολύπλοκα κοινωνικά προβλήματα μπορεί να είναι αλληλεξαρτώμενα και να συνδέονται μεταξύ τους, αλλά δεν είναι προβλέψιμα (Klein, 2004). Ακόμη, ένα πρόβλημα μπορεί να έχει πολλαπλές λύσεις και να αξιοποιούνται αρκετοί κλάδοι για την επίλυσή του.

Αντίθετα, η ενσωμάτωση περιεχομένου εστιάζει στην ανάμειξη των πεδίων περιεχομένου σε ένα ενιαίο πρόγραμμα σπουδών, προκειμένου να αναδειχθούν

κύριες ιδέες από πολλαπλούς τομείς περιεχομένου. Για παράδειγμα, ένας καθηγητής Φυσικών Επιστημών μπορεί να δημιουργήσει μια ενότητα για την κατανόηση του οικονομικού αντίκτυπου των ηλιακών φωτιστικών σωμάτων σε ένα πάρκο της πόλης. Απαιτείται γνώση περιεχομένου στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, της μεταφοράς θερμότητας και της απόδοσης. Ακόμα, η κατανόηση των οικονομικών επιπτώσεων απαιτεί μαθηματικές γνώσεις, όσον αφορά τον υπολογισμό του κόστους των φωτιστικών που λειτουργούν με ηλιακή ενέργεια έναντι εκείνων που χρησιμοποιούν φυσικούς πόρους. Σε αυτό το παράδειγμα ολοκλήρωσης περιεχομένου, απαιτείται η κατανόηση του περιεχομένου τόσο των μαθηματικών, όσο και των Φυσικών Επιστημών για την επίλυση αυτού του προβλήματος.

Δεν είναι γνωστό είναι πώς να υποστηρίζεται αποτελεσματικά η διεπιστημονική διδασκαλία με παιδαγωγικές τεχνικές που εμπλουτίζουν το περιεχόμενο και πληρούν τις απαιτήσεις των προγραμμάτων σπουδών. Τούτου λεχθέντος, οι υποστηρικτές δηλώνουν ότι το STEAM αποτελεί μια πιο ρεαλιστική διεπιστημονική εμπειρία μάθησης από το STEM, διότι οι τέχνες υποστηρίζουν έναν χώρο δημιουργικότητας, που παρέχει μια πλατφόρμα για βελτιωμένη ενοποίηση των κλάδων (Rinneetal., 2011; Miller&Knezek, 2013).

Οι μαθητές που είχαν εμπειρία από διεπιστημονική διδασκαλία, όχι μόνο ενίσχυσαν τη μάθηση του κάθε κλάδου ξεχωριστά, αλλά και τη μάθηση μεταξύ των κλάδων μέσω της ευκαιρίας να εξερευνήσουν και να δημιουργήσουν συνδέσεις μεταξύ Τέχνης, Μουσικής, Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών (Henrkisenetal., 2015). Ο σκοπός αυτής της διεπιστημονικής εκπαίδευσης είναι να προσελκύει τα ενδιαφέροντα των παιδιών, να παρέχει κίνητρα και να ενεργοποιεί τις δυνατότητες των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία.

Παρά την εφαρμογή αυτών των στρατηγικών, η βιβλιογραφία δείχνει ότι η συνεργασία, η πρακτική, η χρήση τεχνολογίας και σχεδιασμού και οι δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων στην πραγματική ζωή είναι οι βασικοί στόχοι των εκπαιδευτικών στρατηγικών STEAM. Άλλωστε, η σφαιρική αντιμετώπιση θεμάτων και προβλημάτων οδηγεί στην επιτυχή επίλυσή τους, ενώ τα άτομα που μπορούν να αντιμετωπίσουν «προβληματικές» καταστάσεις χαρακτηρίζονται ως «δημιουργικά»(Henriksen, 2014)και, ως απόρροια αυτού, όταν βρεθούν αντιμέτωπα με ένα πρόβλημα της πραγματικής ζωής θα είναι σε θέση να επινοήσουν πολλαπλές

λύσεις (Ivanitskaya, 2002). Η υιοθέτηση, συνεπώς, της διδασκαλίας STEAM είναι ικανή να ενισχύσει τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων και την κριτική σκέψη, καθώς και να ενισχύσει τις κοινωνικές και επικοινωνιακές δεξιότητες (Sahin, Ayar&Adiguzel, 2014).

Εάν οι στρατηγικές που αναφέρθηκαν υλοποιηθούν με επιτυχία, μπορεί να δημιουργηθεί μια νέα γενιά ενισχυμένη με υψηλό επίπεδο γνώσεων και δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα, ώστε να είναι σε θέση να ξεπεράσει τις μελλοντικές προκλήσεις.

2. Στάσεις και Αντιλήψεις σχετικά με την εκπαίδευση STEAM

2.1. Στάσεις και Αντιλήψεις

Εφόσον η εργασία μελετάει τις στάσεις και αντιλήψεις των εκπαιδευτικών, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούν και να αναλυθούν οι όροι στάσεις και αντιλήψεις. Ο Allport (1935) όρισε την έννοια στάση (attitude) ως μια ψυχική ή νευρική κατάσταση ετοιμότητας, που οργανώνεται μέσω της εμπειρίας, ασκώντας κατευθυντική ή δυναμική επιρροή στην απόκριση του ατόμου σε όλα τα αντικείμενα και τις καταστάσεις με τις οποίες σχετίζεται. Ένας απλούστερος ορισμός της έννοιας στάση αποτελεί μια νοοτροπία ή μια τάση να ενεργεί κανείς με συγκεκριμένο τρόπο, λόγω τόσο της εμπειρίας, όσο και της ιδιοσυγκρασίας. Οι στάσεις είναι ένας πολύπλοκος συνδυασμός που συχνά αποκαλείται προσωπικότητα, πεποιθήσεις, αξίες, συμπεριφορές και κίνητρα (Pickens, 2005).

Οι στάσεις βοηθούν στον καθορισμό της κατανόησης των καταστάσεων, καθώς και της συμπεριφοράς. Όπως φαίνεται στο μοντέλο τριών συστατικών, οι στάσεις περιλαμβάνουν συναισθήματα, σκέψεις και πράξεις. Επιπλέον, στάσεις μπορεί απλώς να είναι μια διαρκής αξιολόγηση ή άλλες συναισθηματικές αντιδράσεις ενός ατόμου/ αντικειμένου/κατάστασης και παρέχουν εσωτερικές γνώσεις, πεποιθήσεις και σκέψεις για ανθρώπους, αντικείμενα και καταστάσεις. Παρότιτα συναισθήματα και οι πεποιθήσεις ενός ατόμου είναι εσωτερικά, η στάση ενός ατόμου είναι δυνατό να γίνει κατανοητή από τη συμπεριφορά που επιδεικνύεται (Pickens, 2005).

Η διαμόρφωση των στάσεων προκύπτει από τη μάθηση ενός μοντέλου, από την εξοικείωση με άλλους ανθρώπους, καθώς και μέσα από άμεσες εμπειρίες με διάφορες καταστάσεις. Οι στάσεις επηρεάζουν τις αποφάσεις των ανθρώπων και καθοδηγούν τη συμπεριφορά τους, ενώ έχουν διαφορετικά δυνατά σημεία και (όπως τα περισσότερα πράγματα που μαθαίνονται ή επηρεάζονται μέσω της εμπειρίας) μπορούν να μετρηθούν και να αλλάξουν. Για να αλλάξει μία στάση ενός ατόμου, πρέπει να αντιμετωπιστούν γνωστικοί και συναισθηματικοί παράγοντες (Pickens, 2005).

Η αντίληψη (perception), από την άλλη, σχετίζεται άμεσα με τις στάσεις και αποτελεί μια διαδικασία σύμφωνα με την οποία οι οργανισμοί ερμηνεύουν και οργανώνουν την αίσθηση, με σκοπό να παράγουν μια ουσιαστική εμπειρία του κόσμου. Όταν ένα άτομο έρχεται αντιμέτωπο με μια κατάσταση ή ερεθίσματα, ερμηνεύει τα ερεθίσματα σε κάτι που έχει νόημα με βάση προηγούμενες εμπειρίες, ωστόσο, η ερμηνεία μπορεί να διαφέρει ουσιαστικά από την πραγματικότητα (Pickens, 2005). Οι αντιλήψεις, συνεπώς, είναι καθορισμένες απόψεις που σχηματίζονται για κάποια συγκεκριμένα θέματα (Γεωργιάς, 1995).

Ο Rajares (1992) υποστηρίζει ότι η εστίαση στις πεποιθήσεις και αντιλήψεις των εκπαιδευτικών οφείλει να είναι το επίκεντρο της εκπαιδευτικής έρευνας, διότι είναι σημαντικές για την κατανόηση και τη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Πράγματι, οι πεποιθήσεις, αντιλήψεις και στάσεις έχουν άμεση συσχέτιση με διάφορες τακτικές και στρατηγικές που υιοθετούν οι παιδαγωγοί, ώστε να αντιμετωπίσουν προκλήσεις και εμπόδια που βιώνουν στην καθημερινή τους επαγγελματική ζωή, αλλά και στη γενική τους ευημερία. Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τις στρατηγικές και πεποιθήσεις διαμορφώνουν το μαθησιακό περιβάλλον των μαθητών και επηρεάζουν τα κίνητρά τους. Ο Kuzborska (2011) υπογραμμίζει ότι, εφόσον οι στάσεις και αντιλήψεις των εκπαιδευτικών έχουν ως αποτέλεσμα τη διαμόρφωση των στόχων διδασκαλίας και τις εκπαιδευτικές πρακτικές, η ενθάρρυνση των εκπαιδευτικών να επαναπροσδιορίσουν τις στάσεις και αντιλήψεις τους σχετικά με τη χρήση των Νέων Τεχνολογιών στη διδασκαλία, θα συνέβαλλε θετικά στο να γίνουν πιο ανοιχτοί σε εναλλακτικές προτάσεις και μεθόδους διδασκαλίας.

2.2. Αντιλήψεις εκπαιδευτικών για την εκπαίδευση STEAM

Σε αρκετές χώρες, η εκπαίδευση STEM έχει γίνει μέρος του προγράμματος σπουδών τους, αλλά κάποιες άλλες βρίσκονται ακόμη στο στάδιο εισαγωγής, όπως συμβαίνει και στην Ελλάδα. Παρότι οι ειδικοί και οι επιστήμονες εμφανίζονται αισιόδοξοι, σχετικά με την ανάπτυξη ευκαιριών μάθησης με βελτιωμένη τεχνολογία, επικρατεί σκεπτικισμός όσον αφορά την ικανότητα των επίσημων εκπαιδευτικών συστημάτων και ιδρυμάτων να συμβαδίσουν με την αλλαγή και να γίνουν πιο ευέλικτα και δυναμικά (Nourbakhshetal., 2006). Έρευνες για αποτελεσματικές πρακτικές STEAM

είναι περιορισμένες, ωστόσο τα σχολεία αρχίζουν να υιοθετούν ευρείες παιδαγωγικές προσεγγίσεις και προσεγγίσεις ένταξης.

Η ενσωμάτωση STEAM στην τάξη είναι ένας τύπος ολοκλήρωσης του προγράμματος σπουδών, μία έννοια περίπλοκη, που αποτελεί πρόκληση, καθώς θα πρέπει να είναι κάτι περισσότερο από απλή συνένωση διαφορετικών θεματικών περιοχών. Η ιδέα της ολοκλήρωσης του προγράμματος σπουδών προέρχεται από τη συνειδητοποίηση των εκπαιδευτικών ότι τα προβλήματα του πραγματικού κόσμου δεν χωρίζονται σε μεμονωμένους κλάδους που διδάσκονται στα σχολεία (Beane, 1995; Czerniaketal., 1999; Jacobs, 1989).

Με αυξανόμενο ενδιαφέρον για την εκπαίδευση STEAM, υπάρχει πληθώρα μελετών που εξέτασε τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών και τις πρακτικές τους σχετικά. Αυτές οι μελέτες υποδηλώνουν ότι η πλειονότητα του εκπαιδευτικού προσωπικού κρίνει ως απαραίτητη την εκπαίδευση STEAM, καθώς θεωρούν πως αυτού του είδους η εκπαίδευση θα είχε θετικό αντίκτυπο στα κίνητρα και τη μάθηση των μαθητών. Ωστόσο, ορισμένες έρευνες διαπίστωσαν ένα σημαντικό χάσμα ανάμεσα στις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών και στις πραγματικές πρακτικές τους (Parketal., 2015).

Άλλες μελέτες διερεύνησαν προκλήσεις και δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι παιδαγωγοί για την εφαρμογή της. Η έρευνα εντόπισε ως κύρια προβλήματα στην εφαρμογή τις δυσκολίες στην εύρεση χρόνου για την προετοιμασία μαθημάτων, ανεπαρκές εκπαιδευτικό υλικό, ανεπαρκή πρόσβαση σε υποστηρικτικά υλικά, χαμηλή αυτοπεποίθηση των εκπαιδευτικών για τις τεχνολογικές ικανότητες και έλλειψη τεχνογνωσίας. Η έλλειψη κατανόησης της σχέσης μεταξύ των κλάδων STEAM για τη σύγκλιση περιεχομένου και η δυσκολία συνεργασίας με άλλους δασκάλους αναφέρθηκαν, επίσης, ως προκλήσεις στην εφαρμογή των μαθημάτων STEAM (Parketal., 2015; Khanlari, 2016).

Αναλυτικότερα, η εργασία του Sanders (2009) εξηγεί ότι διαστάσεις της τεχνολογίας και της μηχανικής απαιτούν από τους εκπαιδευτικούς να στηρίζουν την παιδαγωγική τους στη διαδικασία σχεδιασμού μηχανικής και τεχνολογίας. Αυτό βέβαια, μπορεί να είναι άγνωστο πεδίο για αρκετούς και πιθανότατα έχουν ελλιπή προετοιμασία. Η υπερβολική χρήση του ακρωνύμιου STEAM δημιουργεί ασάφεια στον ίδιο τον ορισμό του και κάποια δυσφορία και αδυναμία εξοικείωσης με το περιεχόμενο και

την σχετική παιδαγωγική προσέγγιση (Malzahn, 2013; NAE&NRC, 2014; Trygstad, 2013).

Μια επιπλέον πρόκληση για την εκπαίδευση STEAM είναι ότι συχνά επικεντρώνεται στενά στα Μαθηματικά ή τις Φυσικές Επιστήμες. Ο Bybee (2010) υπογραμμίζει ότι οι εκπαιδευτικοί αγωνίζονται να κατανοήσουν τα στοιχεία της εκπαίδευσης STEAM, εξισώνοντάς τα αρχικά με τα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες και σπάνια με τη Μηχανική, τις Τέχνες ή την Τεχνολογία. Συνεπώς, επισημαίνεται πως η εκπαίδευση STEAM πρέπει να ευθυγραμμίζεται με τις πραγματικές καταστάσεις και τα παγκόσμια προβλήματα ή τα ζητήματα που αντιμετωπίζονται μέσω κάθε στοιχείου του όρου.

Όσον αφορά τον κλάδο της Τεχνολογίας, η ενσωμάτωσή της ως γνωστικό εργαλείο αποτελεί από μόνη της μία πρόκληση. Σε έρευνα μάλιστα που υλοποίησε ο Alimissis το 2013, διαπίστωσε πως η αξιοποίηση της Τεχνολογίας στα σχολεία δεν ενισχύει την καλλιέργεια των προαναφερθεισών δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα. Αυτό που πραγματικά συμβαίνει είναι οι νέες τεχνολογίες απλώς να λειτουργούν υποστηρικτικά στις παρωχημένες μεθόδους διδασκαλίας και μάθησης. Επιπρόσθετα, το προσωπικό που εργάζεται στα σχολεία δεν λαμβάνει την απαιτούμενη τεχνική υποστήριξη και, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, δεν υπάρχει σχετική γνώση και εξειδίκευση στα σχολεία, ως προς τον τομέα της τεχνολογίας. Αρκετά συχνά, οι καθηγητές καλούνται να συντηρήσουν, να επισκευάσουν ή και να κατασκευάσουν ακόμα τον εξοπλισμό και τα εργαλεία που τους είναι απαραίτητα, προκειμένου να διεξαχθεί η διδασκαλία. Μάλιστα, έχει σημειωθεί πως οι μαθητές είναι περισσότερο καταρτισμένοι και έχουν περισσότερες ικανότητες χειρισμού των υπολογιστών από τους εκπαιδευτικούς (Αναγνωστάκης & Μιχαηλίδης, 2007).

Μία επιπρόσθετη πρόκληση που αφορά την επιτυχή εφαρμογή της μάθησης βάσει έργου σχετίζεται με το γεγονός ότι τα έργα ήταν χρονοβόρα. Οι εκπαιδευτικοί κωλύονταν στο να ελέγξουν τη ροή των πληροφοριών και δεν μπορούσαν να εξισορροπηθούν η παροχή ανεξαρτησίας στους μαθητές και η παροχή υποστήριξης (Marxetal., 1997). Επιπλέον, αποδείχθηκε ως πρόκληση το γεγονός ότι οι αυθεντικές αξιολογήσεις ήταν δύσκολο να σχεδιαστούν. Σε παρόμοιο πνεύμα, η έκθεση των Honey και συνεργατών (2014), που προτείνει μια ατζέντα για την ενσωμάτωση STEAM, αναγνωρίζει αφενός την αύξηση του ενδιαφέροντος από τους

εκπαιδευτικούς, αλλά αφετέρου παρατηρεί το κενό που υπάρχει στην έρευνα σχετικά με τους παράγοντες που προωθούν ουσιαστικά διεπιστημονικές και ολοκληρωμένες προσεγγίσεις των κλάδων που θα διδαχθούν.

Οι περισσότεροι ειδικοί της εκπαίδευσης έχουν χρησιμοποιήσει σε μικρό βαθμό την εκπαίδευση STEAM στις τάξεις τους, λόγω ανεπαρκούς επιμόρφωσης σχετικά με τον τρόπο εφαρμογής αυτής της διεπιστημονικής προσέγγισης (Geum&Bae, 2012), καθώς και της ελλιπούς διοικητικής και οικονομικής υποστήριξης για την εφαρμογή της. Αρκετές μελέτες που διεξήχθησαν σχετικά με τις αντιλήψεις των παιδαγωγών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης κατέδειξαν ότι υπάρχει μια θετική στάση για την εκπαίδευση STEAM και γενικότερη συμφωνία ότι αυτή η μορφή διδασκαλίας αποτελεί μια μετατόπιση από τις παραδοσιακές δασκαλοκεντρικές πρακτικές (Shin and Han 2011; Hanetal., 2012; Sonetal., 2012). Ωστόσο, πολλοί είναι εκείνοι που υπογραμμίζουν τον επιπρόσθετο φόρτο εργασίας και την έλλειψη χρόνου.

Η αποτελεσματική εφαρμογή της διεπιστημονικής διδασκαλίας είναι ένα δύσκολο εγχείρημα. Απαιτεί από τους φροντιστές να αναπτύξουν τη γνώση περιεχομένου εντός του γνωστικού αντικειμένου τους, αλλά και την κατανόηση άλλων κλάδων. Με αυτόν τον τρόπο, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να μπορούν να εντοπίσουν τις συνδέσεις μεταξύ του δικού τους περιεχομένου και των άλλων, αλλά και να κατανοήσουν πώς να δημιουργούν σχετικά προβλήματα που αφορούν πολλούς κλάδους.

Οι Mooreetal. (2014) υποστήριξαν ότι αυτό απαιτεί ενσωμάτωση πλαισίου και ενσωμάτωση περιεχομένου. Η ενοποίηση πλαισίου εστιάζει στο περιεχόμενο ενός κλάδου και χρησιμοποιεί πλαίσια από διαφορετικό κλάδο για να κάνει το περιεχόμενο πιο σχετικό. Για παράδειγμα, ένας δάσκαλος μαθηματικών μπορεί να δημιουργήσει μια ενότητα γύρω από τα κατάλληλα μεγέθη περιφράξης για ζώα του κοντινού ζωολογικού κήπου. Το περιεχόμενο των μαθηματικών θα είναι οι αναλογίες και ο υπολογισμός του εμβαδού και/ή του όγκου που ανταποκρίνεται στα απαιτούμενα μαθηματικά πρότυπα κατάστασης που σχετίζονται με αυτό το περιεχόμενο, υποθέτοντας την περίπτωση αυτής της περίπτωσης. Ωστόσο, η κατανόηση της συμπεριφοράς των ζώων καθιστά το θέμα πιο σχετικό και θα παρείχε μια καλύτερη πλατφόρμα για την επίλυση του προβλήματος. Σε αυτό το παράδειγμα ολοκλήρωσης πλαισίου, ο δάσκαλος σχεδίασε ένα μάθημα που περιλάμβανε το πλαίσιο των

Φυσικών Επιστημών για να τοποθετήσει το περιεχόμενο των μαθηματικών σε ένα πραγματικό πλαίσιο (Herro&Quigley, 2016).

Η δυνατότητα ενσωμάτωσης του πλαισίου και του περιεχομένου απαιτεί υψηλό επίπεδο γνώσης παιδαγωγικού περιεχομένου, όπως αναφέρουν και οι Cochranetal. (1993). Δυστυχώς, αυτό που τείνει να συμβεί είναι ότι οι εκπαιδευτικοί δεν είναι σε θέση να αναπτύξουν τις δεξιότητες που απαιτούνται για την επιτυχή ενσωμάτωση περιεχομένου και πλαισίου, και ένας τομέας υστερεί (συνήθως, η γνώση περιεχομένου) (Lee&Nason, 2013).

Σε έρευνες που διεξήχθησαν στο παρελθόν, οι ειδικοί της εκπαίδευσης κατανόησαν κυρίως τις βασικές έννοιες και την αναγκαιότητα του STEAM, αλλά δεν ήταν ακόμα βέβαιοι σχετικά με τη διδακτική του προσέγγιση. Η ευαισθητοποίηση των εκπαιδευτικών αυξήθηκε μόλις είχαν την ευκαιρία να δημιουργήσουν συνδέσεις με τα προγράμματα σπουδών περιεχομένου τους, προκειμένου να κατανοήσουν πώς να το εφαρμόσουν στην πραγματική τους διδασκαλία (Sonetal., 2012). Αυτή η πρόωμη έρευνα επισημαίνει την ανάγκη σαφούς καθορισμού και μοντελοποίησης μιας προσέγγισης STEAM για τους εκπαιδευτικούς, η οποία θα τους παρέχει ευκαιρίες να τη βιώσουν από την οπτική γωνία των μαθητών.

Συνολικά, οι εκπαιδευτικοί περιγράφουν πολλές ανάγκες για τη διευκόλυνση της εκπαίδευσης STEAM, συμπεριλαμβανομένου του χρόνου για την ανάπτυξη προγραμμάτων σπουδών και των υποστηρικτικών συμβούλων (Shin&Han, 2011). Μια πρόσφατη μελέτη (Nadelsonetal., 2013) επιβεβαίωσε ότι οι αντιλήψεις, η γνώση και η συνολική εμπιστοσύνη στη διδασκαλία STEAM αυξήθηκαν, όταν οι δάσκαλοι συνεργάστηκαν και ευθυγράμμισαν τα πρότυπά τους με τα έργα STEAM. Ωστόσο, οι προκλήσεις στην πρόσληψη της σημαντικότητας της διδασκαλίας STEAM και ο παρατεταμένος χρόνος για προβληματισμό και βελτίωση των πρακτικών θεωρήθηκαν απαραίτητοι από τους ερευνητές για συνεχή βελτίωση.

Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί αναφέρουν την ανάγκη αναδιαμόρφωσης των προγραμμάτων σπουδών, έτσι ώστε να υπάρχει ευελιξία στην εφαρμογή της διεπιστημονικότητας που ορίζει το STEAM (Herro&Quigley, 2016). Επιπλέον, αρκετοί υπογραμμίζουν τη σημαντικότητα του κοινού προγραμματισμού με συναδέλφους άλλων ειδικοτήτων. Ειδικότερα, είναι απαραίτητος συνεργατικός σχεδιασμός με συναδέλφους στα σχολεία για την επιτυχή εφαρμογή του STEAM,

καθώς η συνεργασία με συναδέλφους φαίνεται πως επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις αντιλήψεις των δασκάλων για τον τρόπο εφαρμογής του STEAM στις τάξεις τους. Αυτό συμβαίνει αφού μέσω της συνεργασίας γεφυρώνονται οι κλάδοι (Morrison, 2010), με αποτέλεσμα να διερευνώνται σενάρια που συνδέονται με προβλήματα του πραγματικού κόσμου. Τιοιουτοτρόπως, επιτυγχάνεται καλύτερη κατανόηση του περιεχομένου STEAM που σχετίζεται με τη διεπιστημονική διδασκαλία, συνδέονται με διάφορους ειδικούς στον τομέα και δίνεται η δυνατότητα για γόνιμες συζητήσεις που σχετίζονται με την επίλυση προκλήσεων εφαρμογής του STEAM.

Η τεχνολογία διαδραματίζει καταλυτικό ρόλο σε αυτό το έργο. Με τη χρήση διαφόρων εργαλείων (Google, Google Hangout, Diigo, Blogger, iMovie), γίνεται εφικτό να επικοινωνήσουν πιο εύκολα οι καθηγητές μεταξύ τους και να μοιραστούν περιεχόμενο, να αναλύσουν συλλογικά δεδομένα και να συνδεθούν με μέντορες/ εκπαιδευτικούς συμβούλους. Αυτή η τεχνολογική συνεργατική εργασία δίνει επίσης, ευκαιρίες για προσομοίωση και συζήτηση έργων βασισμένων σε πολλαπλούς κλάδους, ενώ χρησιμεύει και για την ενίσχυση της κατανόησης του STEAM και την προώθηση της κίνησης προς τη διεπιστημονική διδασκαλία. Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας ως εργαλείο μάθησης (για τη δημιουργία, την επικοινωνία και την επίδειξη κατανόησης) αποτελεί και μία μέθοδο επιμόρφωσης, όπου οι δάσκαλοι αναλαμβάνουν τον ρόλο των μαθητών ενισχύοντας τις δυνατότητές τους πάνω στη διδασκαλία STEAM (Herro & Quigley, 2016).

Στην ίδια έρευνα διαπιστώθηκε πως ακόμα μία ανησυχία σχετικά με την εφαρμογή του STEAM περιελάμβανε τρόπους αξιολόγησης των μαθητών. Αποτελεί πρόκληση για τους ειδικούς της εκπαίδευσης λοιπόν η ομαδική βαθμολόγηση των μαθητών. Αυτό συμβαίνει, καθώς είναι δυσεπίτευκτη η διαφοροποίηση της βαθμολόγησης μέσα σε μία ομαδική εργασία. Επιπλέον, ακόμα μια σημαντική πρόκληση αποτελεί και η διαβάθμιση των επιπέδων δυσκολίας, ούτως ώστε να καλυφθούν αποτελεσματικά οι μαθητές με πολλαπλά επίπεδα ικανοτήτων. Είναι αναγκαίο ακόμα να σημειωθεί πως παιδαγωγοί που έχουν λάβει μέρος σε σχετικές έρευνες αναφέρονται και σε προκλήσεις στο επίπεδο της αποτελεσματικής ομαδοποίησης των μαθητών. Δηλαδή, αντιμετωπίζουν εμπόδια, όσον αφορά τη σύσταση και τη δημιουργία των ομάδων, με σκοπό να δημιουργηθεί ένας παραγωγικός χώρος μάθησης. Ειδικότερα, έχει παρατηρηθεί ότι η ομαδική εργασία συχνά να υλοποιείται από έναν μαθητή (Herro & Quigley, 2016).

Οι στάσεις και οι πεποιθήσεις των ίδιων των φροντιστών μπορεί, επίσης, να επηρεάσουν τις αποφάσεις διδασκαλίας στην τάξη. Αρκετές μελέτες έχουν υποδείξει ότι πολλοί συναισθηματικοί παράγοντες, όπως οι πεποιθήσεις για το περιεχόμενο (Thompson, 1984), οι διαθέσεις (Beyers, 2011) ή η αυτο-αποτελεσματικότητα (Klassen&Chiu, 2010) μπορούν να διαμορφώσουν τον τρόπο με τον οποίο ένας δάσκαλος επιλέγει να διδάξει. Οι πεποιθήσεις σχετικά με το περιεχόμενο και άλλοι συναισθηματικοί παράγοντες μπορεί να συνδέονται με τις εκπαιδευτικές αποφάσεις που λαμβάνονται κατά τη διδασκαλία, ενώ οι διαφορετικές πρακτικές επηρεάζουν τη μάθηση των μαθητών.

Οι προαναφερθείσες μελέτες έχουν διαπιστώσει την αναγκαιότητα της ψυχολογικής και διδακτικής προετοιμασίας των εκπαιδευτικών, ώστε να ενισχυθούν η αυτοπεποίθηση και η αυτο-αποτελεσματικότητά τους, με σκοπό να θέτουν ακόμα υψηλότερους στόχους στην διδασκαλία τους και να είναι αρκετά πιο αφοσιωμένοι σε αυτούς (Bandura, 1993). Για να προετοιμαστούν κατάλληλα οι παιδαγωγοί, κρίνεται ως απαραίτητη η επαγγελματική μάθηση, που βασίζεται στην έρευνα. Επιπρόσθετα, τα μαθήματα μεθοδολογίας και τα προγράμματα προετοιμασίας δύνανται να προσφέρουν ακόμη και εκπαίδευση σε επιμέρους κλάδους του STEAM, με αποτέλεσμα να διευρυνθούν οι συνδέσεις μεταξύ ιδεών και επιστημονικών κλάδων και να προσφέρουν στους εν-ενεργεία καθηγητές συγκεκριμένες ευκαιρίες να βιώσουν οι ίδιοι και να εξασκήσουν την ολοκληρωμένη διδασκαλία STEAM.

Σε έρευνες που έχουν διεξαχθεί έχει παρατηρηθεί πως οι εκπαιδευτικοί φαίνεται να αντιλαμβάνονται τον διαφορετικό τύπο μάθησης. Το δασκαλοκεντρικό μοντέλο υποχωρεί και πλέον ο ρόλος του μαθητή και του δασκάλου είναι διαφορετικός από τα παραδοσιακά μοντέλα, τα οποία έδιναν έμφαση στη μετάδοση της γνώσης. Οι δάσκαλοι περιέγραψαν τον αντιληπτό ρόλο του μαθητή στη μάθηση STEAM ως δημιουργό και προγραμματιστή που ασχολείται με την έρευνα, ικανό να επικοινωνεί και να κάνει συνδέσεις, επειδή είχε ανάγκη να γνωρίζει. Αρκετοί καθηγητές που συμμετείχαν αντιλήφθηκαν πως στη μάθηση STEAM το μαθητικό σύνολο εμπλέκεται ενεργά κάνοντας, δημιουργώντας, εξερευνώντας ή συμμετέχοντας στη διαδικασία, ενώ οι εκείνοι έπρεπε να ενεργούν ως διευκολυντές (Herro&Quigley, 2016).

Β' Μέρος-

Εμπειρική διερεύνηση

3. Μεθοδολογία

3.1. Αναγκαιότητα της έρευνας - Ερωτήματα και Υποθέσεις

Αν και η προηγούμενη βιβλιογραφία προσφέρει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών και τις πρακτικές τους για την εκπαίδευση STEAM, πολλά παραμένουν άγνωστα. Για παράδειγμα, δεν είναι γνωστό το πώς και πότε οι δάσκαλοι εισάγουν πραγματικά μαθήματα STEAM και πώς διαφέρουν οι πρακτικές των εκπαιδευτικών στην εκπαίδευση STEAM, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους.

Η ικανότητα του εκπαιδευτικού να εξισορροπεί σωστά το διδακτικό περιεχόμενο, τα βοηθήματα STEAM και τις μεθόδους μάθησης είναι αρκετά σημαντική για την εφαρμογή των STEAM (Bersetal., 2013; Mengmengetal., 2019). Οι πεποιθήσεις και οι στάσεις του παιδαγωγού απέναντι στην εφαρμογή των STEAM χρησιμεύουν ως η ισχυρότερη προϋπόθεση για την επαγγελματική τους αυτο-αποτελεσματικότητα σε αυτόν τον τομέα (Parketal., 2017; Bagiatti&Evanglou, 2015).

Από την άλλη, μελέτες που έχουν γίνει μέχρι στιγμής, οι οποίες δείχνουν θετική επίδραση της επαγγελματικής εξέλιξης των επαγγελματιών της εκπαίδευσης στην εφαρμογή των STEAM, πραγματοποιήθηκαν με καθοδήγηση και οργάνωση άλλων δραστηριοτήτων επαγγελματικής ανάπτυξης και παρεμβάσεων για ομάδες παιδαγωγών περιορισμένης εμβέλειας. Τα σημερινά διδακτικά ζητήματα, ασφαλώς, παρακινούν τους περισσότερους παιδαγωγούς να εφαρμόζουν τις εκπαιδευτικές πρακτικές STEAM αυθόρμητα και με προγραμματισμένο τρόπο, χωρίς προηγούμενη ειδική εκπαίδευση. Είναι πιθανό λοιπόν, κατά τη διδασκαλία STEAM, η επαγγελματική ανάπτυξη των παιδαγωγών να γίνεται φυσικά. Ως εκ τούτου, μετά την έρευνα του αντίκτυπου της επαγγελματικής ανάπτυξης, τίθεται ένα άλλο εξίσου σχετικό ερώτημα σχετικά με το εάν η καθημερινή εφαρμογή των πρακτικών STEAM μπορεί να προωθήσει την επαγγελματική ανάπτυξη των ανθρώπων που διδάσκουν σε σχολεία.

Η παρούσα εργασία, συνεπώς, αποσκοπεί στη διερεύνηση των στάσεων και αντιλήψεων εν ενεργεία παιδαγωγών, σχετικά με την εκπαιδευτική ρομποτική, τις προσεγγίσεις και τις στρατηγικές εφαρμογής που υιοθετούν και την ενσωμάτωσή της μέσω των εργαστηρίων δεξιοτήτων σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Ειδικότερα, εξετάζει τη γνώση που έχουν οι συμμετέχοντες σχετικά με το STEAM και τον τρόπο, με τον οποίο το εφαρμόζουν. Ύστερα από τη βιβλιογραφική μελέτη και όσα περιγράφηκαν παραπάνω, προκύπτουν τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

- 1) Ποιες είναι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για την διδασκαλία των STEM στην Ελλάδα;
- 2) Σε ποιο βαθμό οι εκπαιδευτικοί πιστεύουν ότι η ρομποτική μπορεί να βελτιώσει τις ικανότητες δια βίου μάθησης των μαθητών (ομαδική εργασία, επίλυση προβλημάτων);
- 3) Ποιες είναι οι πρακτικές που υιοθετούν οι εκπαιδευτικοί, όσον αφορά τη διδασκαλία των STEAM;

Με βάση τα παραπάνω ερευνητικά ερωτήματα, διαμορφώνονται οι εξής ερευνητικές υποθέσεις:

- 1) Οι εκπαιδευτικοί θα εκφράσουν θετικές απόψεις και στάσεις απέναντι στη διδασκαλία των STEAM.
- 2) Οι εκπαιδευτικοί, στοχεύουν στη βελτίωση ικανοτήτων δια βίου μάθησης των μαθητών (ομαδική εργασία, επίλυση προβλημάτων)
- 3) Όσον αφορά τις πρακτικές, οι περισσότεροι θα αναφέρουν ότι αξιοποιούν τη διεπιστημονική προσέγγιση, κατά την οποία η διδασκαλία των STEAM γίνεται χωρίς να διαχωρίζονται οι υπόλοιποι επιστημονικοί κλάδοι.

3.2. Εργαλείο συλλογής δεδομένων και ερευνητική διαδικασία

Η επιλογή του θέματος στην συγκεκριμένη εργασία έγινε μέσα από μία σειρά εκλογικευμένης διαδικασίας. Το θεωρητικό πλαίσιο αναφοράς κρίνεται άκρως σημαντικό, καθώς και η επιλογή για την συγκεκριμένη έρευνα μέσω ερωτηματολογίων, που ως στόχο έχουν να αναδείξουν τις απόψεις και τις στάσεις των εκπαιδευτικών, όσον αφορά τη διδασκαλία των STEAM.

Το μέσο συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε είναι το ερωτηματολόγιο. Με τη χρήση του ερωτηματολογίου συλλέγονται πολλές πληροφορίες σε πολύ σύντομο χρόνο, συγκριτικά με άλλες μεθόδους έρευνας και διερευνώνται απόψεις της ανθρώπινης συμπεριφοράς, των οποίων η διατύπωση και εξωτερίκευση παρουσιάζουν αρκετές δυσκολίες (Τσιώλης, 2014).

Το ερωτηματολόγιο δεν κατασκευάστηκε από την ερευνήτρια. Αντιθέτως, αξιοποιήθηκε μία έρευνα που έχει γίνει από την HalaAbdelRaheemAlBasha, το 2018. Η συγκεκριμένη ερευνήτρια υιοθέτησε τις ερωτήσεις από τους Park και συνεργάτες (2016) και Hernandez και συνεργάτες (2014). Ειδικότερα, προσαρμόστηκε στα ελληνικά από την ερευνήτρια, σε συνεργασία με την επιβλέπουσα καθηγήτρια και είναι δομημένο κατά τέτοιο τρόπο, ώστε, μέσω αυτού, να απαντώνται τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν προηγουμένως. Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από ερωτήσεις, οι απαντήσεις των οποίων δόθηκαν σε 7βαθμια κλίμακα Likert και από επιπλέον ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, που αφορούν τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών και αξιολογούν την εφαρμογή STEAM. Διερευνήθηκε, συνεπώς το πώς αντιλαμβάνονται οι δάσκαλοι την εκπαίδευση STEAM, καθώς και τον πιθανό αντίκτυπό της.

Παράλληλα, οι ερωτήσεις διερευνούν την ύπαρξη της εκπαίδευσης STEAM στο σχολείο και τον τρόπο που εφαρμόζεται (προσεγγίσεις, στρατηγικές, τα αντικείμενά της, τα στοιχεία της και την ύπαρξη πρακτικών επιτυχούς STEAM που προτείνονται από επιστημονική άποψη). Οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής αφορούν τη συχνότητα εφαρμογής, τον τύπο του προγράμματος σπουδών STEAM και το κύριο θέμα στη διδασκαλία STEAM. Η συχνότητα χρήσης των μαθημάτων STEAM μετρήθηκε από την αναφορά των ίδιων των καθηγητών για το πόσες φορές δίδαξαν μαθήματα STEAM ανά μήνα. Ο τύπος του προγράμματος σπουδών μετρήθηκε από την αναφορά των δασκάλων για το πρόγραμμα σπουδών στο οποίο δίδαξαν μαθήματα STEAM (εξωσχολική δραστηριότητα, πρόγραμμα μετά το σχολείο, κανονικό πρόγραμμα σπουδών, ειδική δραστηριότητα και άλλα).

Το ερωτηματολόγιο, επιπρόσθετα, συνοδεύτηκε από μια σχετική με την έρευνα εισαγωγή, που ενημέρωνε τους ερωτηθέντες για το θέμα και για τη σκοπιμότητα της έρευνας. Ακόμα, το ερωτηματολόγιο, διανεμήθηκε και συμπληρώθηκε ηλεκτρονικά, καθώς η συλλογή δεδομένων μέσω του διαδικτύου αποτελεί πλέον μια αποδεκτή μεθοδολογική προσέγγιση στις κοινωνικές επιστήμες (Stewart&Williams, 2005). Ως εκ τούτου, επιλέχθηκε ο συγκεκριμένος μεθοδολογικός σχεδιασμός που αξιοποιεί τα νέα Μέσα και συγκεκριμένα τα κοινωνικά δίκτυα ως εργαλεία έρευνας.

Η συμμετοχή, επομένως, των ατόμων στην έρευνα ήταν ελεύθερη και εθελοντική. Επίσης, το ερωτηματολόγιο δεν απαιτούσε συμπλήρωση προσωπικών στοιχείων,

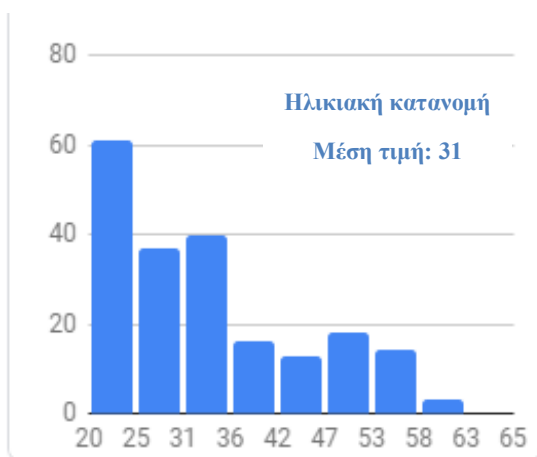
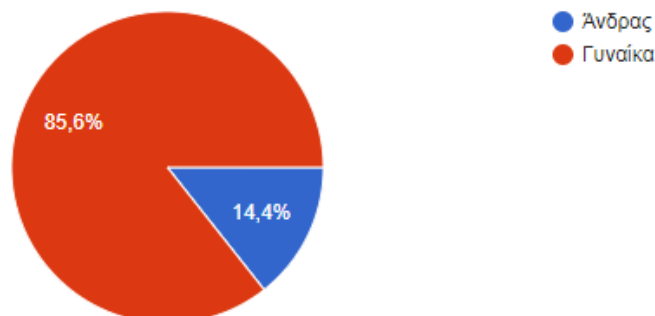
συνεπώς, διασφαλίστηκε και η ανωνυμία των συμμετεχόντων προσώπων, δημιουργώντας ένα κλίμα αμοιβαίας εμπιστοσύνης, διαφύλαξη της εμπιστευτικότητας των προσωπικών δεδομένων και των αναρτήσεων των συμμετεχόντων. Τέλος, η ερευνήτρια διένειμε το ερωτηματολόγιο κατά το χρονικό διάστημα Ιανουάριος-Απρίλιος 2022. Το ερωτηματολόγιο δόθηκε ανώνυμα σε εκπαιδευτικούς της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας, ώστε να τηρηθούν οι κανόνες δεοντολογίας της έρευνας. Κάθε εκπαιδευτικός που συμμετείχε αφιέρωσε περίπου 10 λεπτά για να ολοκληρώσει την ηλεκτρονική έρευνα.

3.3. Περιγραφή του δείγματος

Σε αυτήν την έρευνα συμμετείχαν 202 εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, οι οποίοι είτε έχουν αξιοποιήσει STEAM στη διδασκαλία τους, είτε όχι. Το δείγμα αυτό προέκυψε μέσω δειγματοληψίας ευκαιρίας (convenience sampling) με την προσέγγιση σε σελίδες κοινωνικής δικτύωσης, έτσι ώστε να συλλεχθεί όσο το δυνατό γίνεται μεγαλύτερο δείγμα.

4. Αποτελέσματα

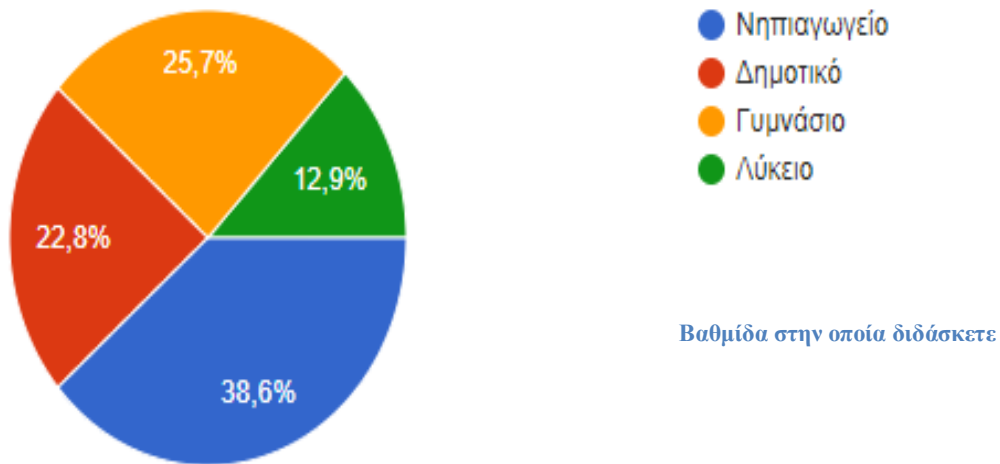
Τα δημογραφικά δεδομένα ήταν η πρώτη ενότητα του ερωτηματολογίου. Το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε στο σύνολο από 202 άτομα. Οι 183 (85,6%) ήταν γυναίκες και οι 29 ήταν άνδρες (14,4%).



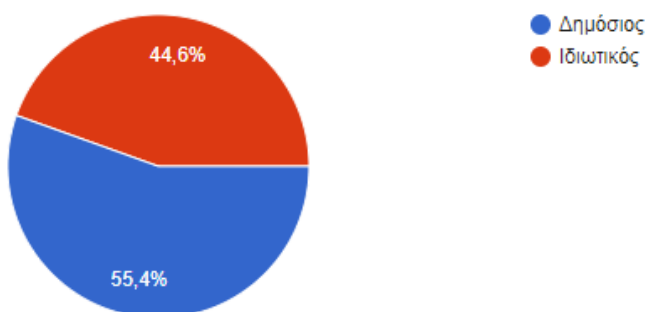
Σχετικά με τα δεδομένα ηλικίας, οι περισσότεροι συμμετέχοντες βρίσκονται σε νεαρή ηλικία (μέση τιμή: 31 χρονών), καθώς οι τιμές κυμαίνονται στις ηλικίες των 20-25 ετών (30%) και ακολουθεί με υψηλό ποσοστό η ηλικία των 31-36 (19%) και 25-31 ετών (18,5%) αντίστοιχα. Μετέπειτα, αρκετοί από τους ερωτηθέντες βρίσκονται μεταξύ 47-53 ετών (9%), 32-

42 (8%), 53-58 (7%), 42-47 (6,5%), 58-63 (1%).

Το επόμενο γράφημα αποτυπώνει σχηματικά την κατανομή του δείγματος αναφορικά με την προϋπηρεσία. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων (56%) εργάζεται από 0-5 έτη στην εκπαίδευση, ενώ το αμέσως επόμενο μεγάλο ποσοστό (12%) αντιστοιχεί στους εκπαιδευτικούς με 5-10 έτη προϋπηρεσίας. Ακολούθως, μικρότερα φαίνεται να είναι τα ποσοστά των παιδαγωγών με 10-15 έτη προϋπηρεσίας (11,5%) και 21-26 έτη προϋπηρεσίας (8%) αντίστοιχα. Τέλος, ακόμα λιγότεροι είναι εκείνοι που εργάζονται ακόμα περισσότερα έτη: 15-21 (6,5%), 26-31 έτη (3%) και 31-36 έτη (2,5%) αντίστοιχα.

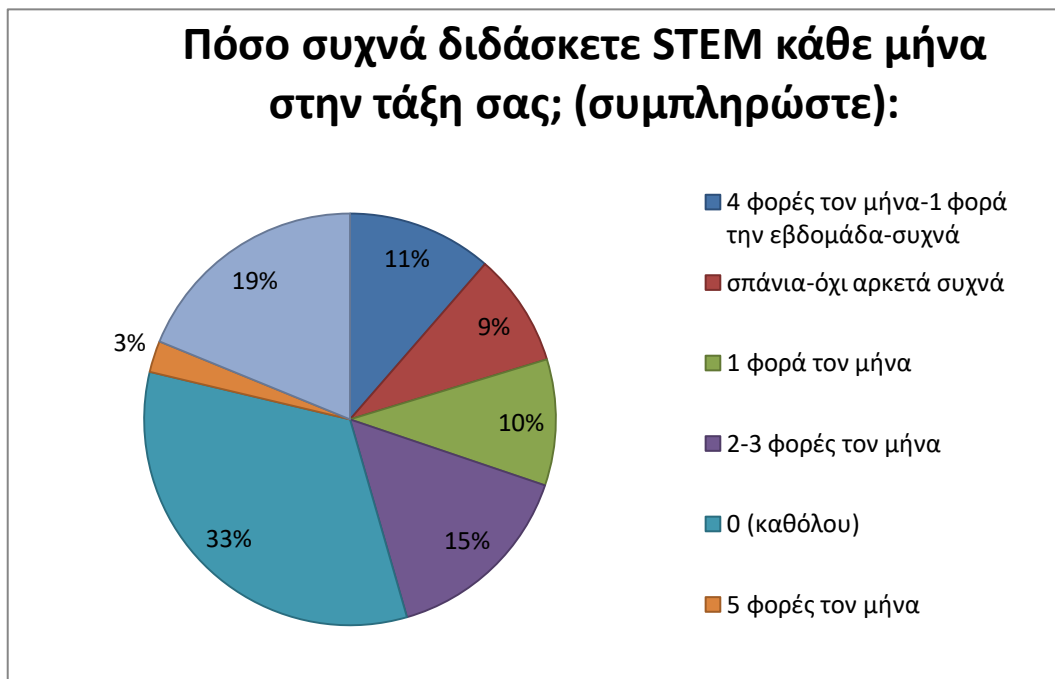


Το επόμενο διάγραμμα παρέχει πληροφορίες σχετικά με την βαθμίδα, στην οποία διδάσκουν οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στην έρευνα. Η πλειονότητα του δείγματος απαρτίζεται από εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (61,4% έναντι του 38,6% της δευτεροβάθμιας). Αναλυτικότερα, σε συνδυασμό με την ερώτηση που ζητούσε να συμπληρώσει ο εκάστοτε συμμετέχοντας την ειδικότητά του, το 38,11% είναι νηπιαγωγοί, το 18,31% είναι δάσκαλοι, το 32,17% είναι φιλόλογοι, 1,48% φυσικοί, 2,97% μαθηματικοί, 2,97% πληροφορική ($\approx 8\%$ εκπαιδευτικοί θετικών επιστημών). Οι υπόλοιποι ερωτηθέντες απαρτίζονται από στελέχη εκπαίδευσης στην ειδική αγωγή ($\approx 4\%$).



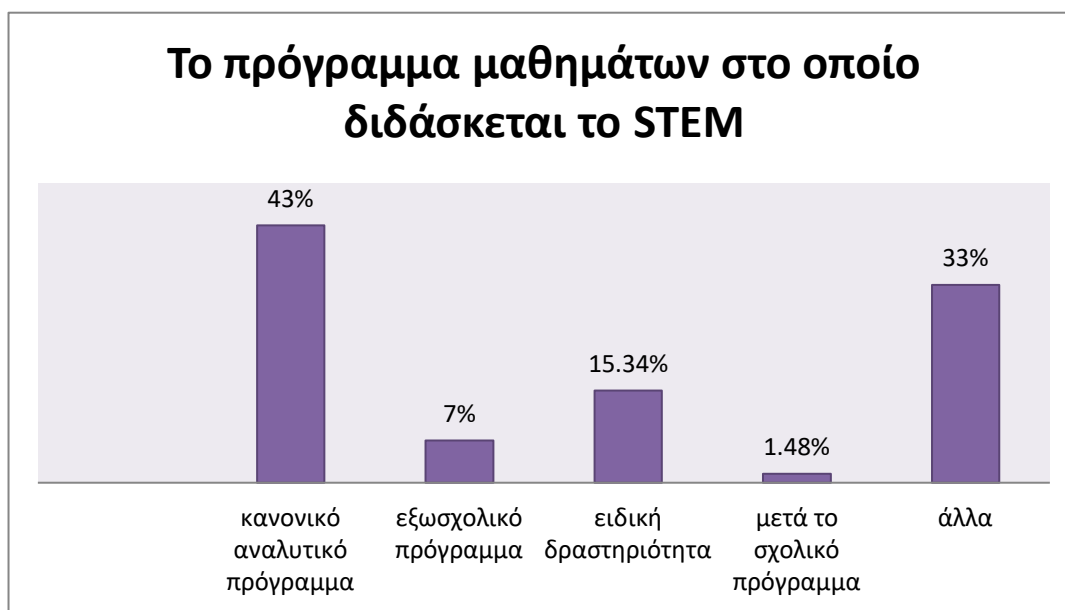
Στη συνέχεια, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί του δείγματος απασχολούνται στον δημόσιο τομέα (55,4%).

Εκπαιδευτικός φορέας
στον οποίο εργάζεστε

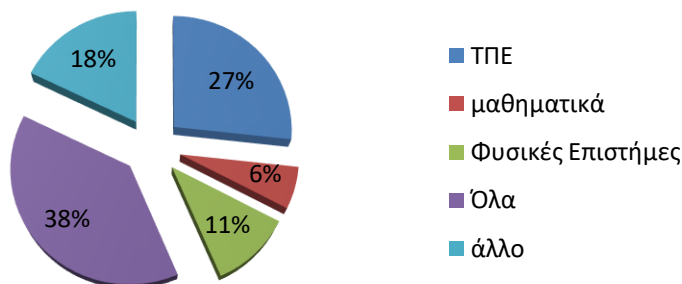


Ακολουθώντας, στην ερώτηση πόσο συχνά διδάσκετε STEM κάθε μήνα στην τάξη σας, μόνο το 33% του δείγματος δεν αξιοποιεί καθόλου τα STEM. Ενθαρρυντικό δεδομένο αποτελεί το γεγονός ότι το υπόλοιπο 67% του δείγματος χρησιμοποιεί στη διδασκαλία του τα STEM, καθώς όπως είναι γνωστό στη φετινή σχολική χρονιά έχει ενταθεί στα αναλυτικά προγράμματα. Αναλυτικότερα, το 19% του δείγματος αξιοποιεί αρκετά συχνά (δηλαδή περισσότερο από 5 φορές τον μήνα) δραστηριότητες STEM. Εν συνεχεία, το 15% των συμμετεχόντων υλοποιεί 2-3 φορές τον μήνα δραστηριότητες που αφορούν τα STEM, ενώ το 14% χρησιμοποιεί τουλάχιστον τέσσερις με πέντε φορές τον μήνα (δηλαδή τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα) STEM. Το 10% του δείγματος αντίστοιχα, αξιοποιεί τα STEM σε μικρότερο βαθμό και συγκεκριμένα μία φορά τον μήνα, ενώ μόνο το 9% δείχνει ακόμα μικρότερη συχνότητα (όχι αρκετά συχνά-σπάνια).

Το επόμενο διάγραμμα αποτυπώνει το πρόγραμμα μαθημάτων, στο οποίο διδάσκεται το STEM. Η πλειονότητα (43%) διδάσκει το STEM, σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα, χρησιμοποιώντας τον κανονικό σχολικό χρόνο για τα μαθήματα STEM. Εύρημα αναμενόμενο, καθώς με την ένταξη των εργαστηρίων δεξιοτήτων πλέον έχει γίνει υποχρεωτική η ενσωμάτωση του STEM. Το 33% του δείγματος, βέβαια, αξιοποιεί το STEM σε άλλα προγράμματα (περισσότερο οι εκπαιδευτικοί της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που εργάζονται στον ιδιωτικό τομέα) και το 15,34% σε κάποια ειδική δραστηριότητα (περισσότερο εκπαιδευτικοί ειδικοτήτων, π.χ. Αγγλικής Φιλολογίας, Πληροφορικής και εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης). Το 7% διδάσκει το STEM σε εξωσχολικό πρόγραμμα (κυρίως καθηγητές ειδικοτήτων της δευτεροβάθμιας, που απασχολούνται στον ιδιωτικό τομέα) και το 1,48% μετά το σχολικό πρόγραμμα (καθηγητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που εργάζονται οι 2 από τους 3 στον δημόσιο τομέα).



Το μάθημα στο οποίο διδάσκεται το STEM



Περνώντας στην επόμενη ερώτηση, παρατηρείται πως το STEM διδάσκεται από τους ερωτηθέντες σε όλα τα μαθήματα (38% των απαντήσεων). Ακολουθεί με 27% η διδασκαλία των

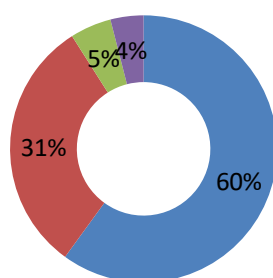
STEM στα ΤΠΕ, ενώ το 18% (καθηγητές/διδάκτορες που εργάζονται σε Γυμνάσια-Λύκεια) διδάσκει το STEM σε κάποιο άλλο μάθημα. Το 11% διδάσκει το STEM στις Φυσικές Επιστήμες και το υπόλοιπο 6% στα μαθηματικά.

Σε σχέση με τη σύνδεση των STEM, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί (60%) συνδέουν οποιοδήποτε σχολικό μάθημα με την επιστήμη. Αρκετοί από τους υπόλοιπους ερωτηθέντες (το 31%) συνδέουν τα μαθηματικά, την τεχνολογία και τη μηχανική με την επιστήμη, ενώ μία μικρότερη μερίδα (5% και 4% αντίστοιχα) συνδέει τα μαθηματικά και την τεχνολογία με την επιστήμη, καθώς και τα μαθηματικά με την επιστήμη.

Η αντίληψη των εκπαιδευτικών για τον πιθανό αντίκτυπο της εκπαίδευσης STEAM

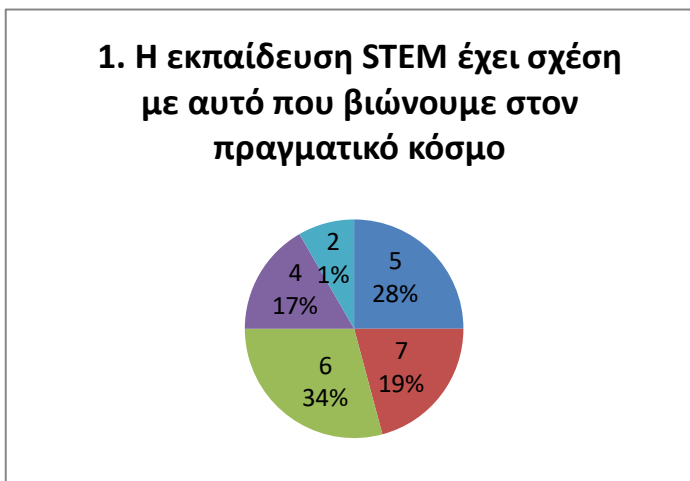
Η εκπαίδευση στο σχολείο μου μέσω STEM αποτελεί

- σύνδεση οποιωνδήποτε σχολικών μαθημάτων με την επιστήμη
- σύνδεση μαθηματικών, τεχνολογίας και μηχανικής με την επιστήμη
- σύνδεση μαθηματικών και τεχνολογίας με την επιστήμη
- σύνδεση μαθηματικών με την επιστήμη



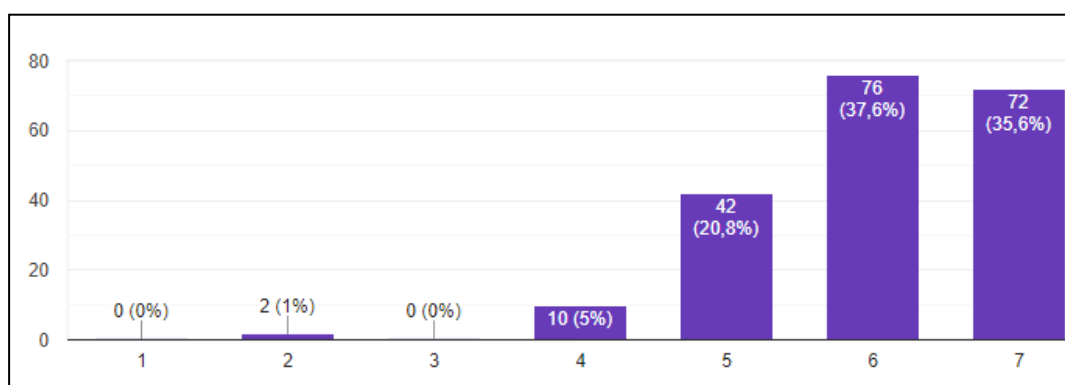
μετρήθηκε με τον μέσο όρο των απαντήσεων: «Η εκπαίδευση STEAM έχει θετικό αντίκτυπο στην κριτική σκέψη», «Η εκπαίδευση STEAM έχει θετικό αντίκτυπο στις δεξιότητες λήψης αποφάσεων» και «Τα STEM βελτιώνουν τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων». Ομοίως, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να επιλέξουν μια απάντηση από μια κλίμακα εφτά βαθμών διαφωνίας-συμφωνίας.

Αυτό που αντιλαμβάνεται κανείς παρατηρώντας το επόμενο διάγραμμα είναι πως οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες αναγνωρίζουν ότι τα STEM έχουν σχέση με αυτά που βιώνουμε στον πραγματικό κόσμο, καθώς η μέση τιμή βρίσκεται στο 6.



Στην ερώτηση που αφορούσε τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με το ότι τα STEM έχουν θετικό αντίκτυπο στην κριτική σκέψη, διακρίνουμε πως η μέση τιμή είναι πάλι το 6. Αυτό σημαίνει πως οι περισσότεροι συμφωνούν ότι το STEM έχει θετικό αντίκτυπο στην κριτική σκέψη των μαθητών.

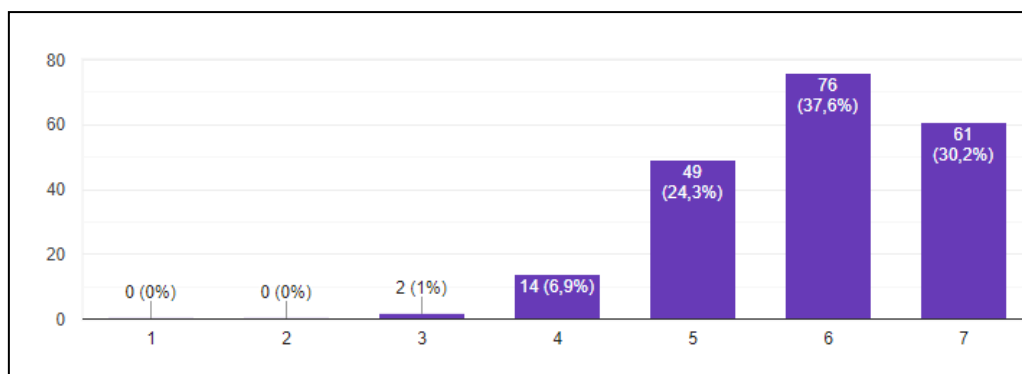
4.1. Τα STEM έχουν θετικό αντίκτυπο στην κριτική σκέψη



Η ερώτηση που διερευνούσε τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με το θετικό αντίκτυπο των STEM στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, προσέχει κανείς πως πάλι

υπάρχει μεγάλος βαθμός συμφωνίας, αφού οι περισσότεροι συμφωνούν με τη διατύπωση της πρότασης αυτής (μέση τιμή 6).

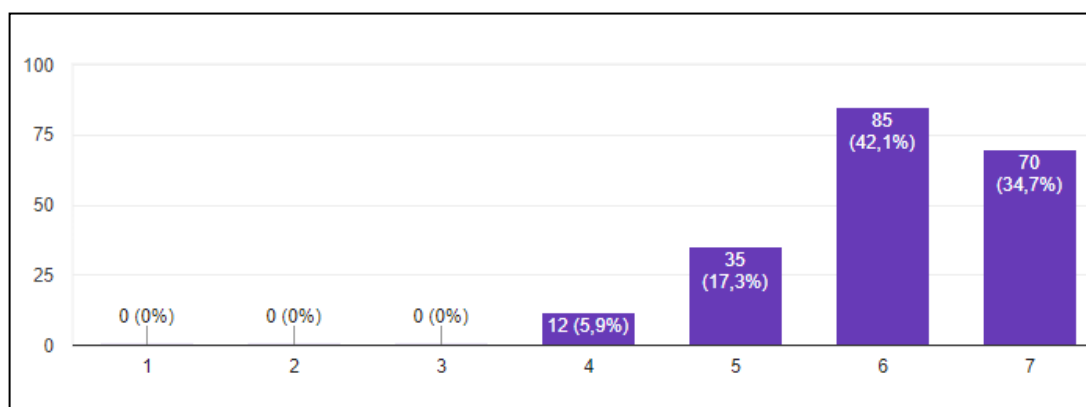
4.2. Τα STEM έχουν θετικό αντίκτυπο στις δεξιότητες λήψης αποφάσεων



Κάτι αντίστοιχο διαφαίνεται και στην επόμενη ερώτηση, η οποία αφορούσε τον βαθμό συμφωνίας των εκπαιδευτικών με τη διατύπωση ότι τα STEM βελτιώνουν τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων. Και σε αυτήν την περίπτωση οι ερωτηθέντες είναι θετικοί σχετικά με τις δυνατότητες των STEM(μέση τιμή 6).

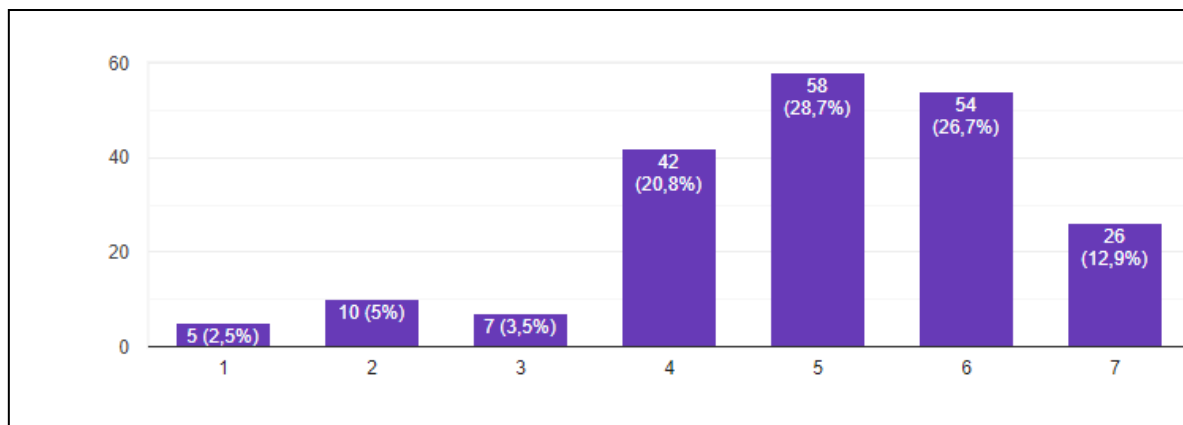
4.3. Τα STEM βελτιώνουν τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων

Αναφορικά με την επόμενη ερώτηση που εξέταζε τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με το αν η εκπαίδευση μέσω STEM εστιάζει στο τελικό προϊόν, οι



περισσότεροι δεν ήταν και τόσο σύμφωνοι με αυτήν την διατύπωση (μέση τιμή 5).

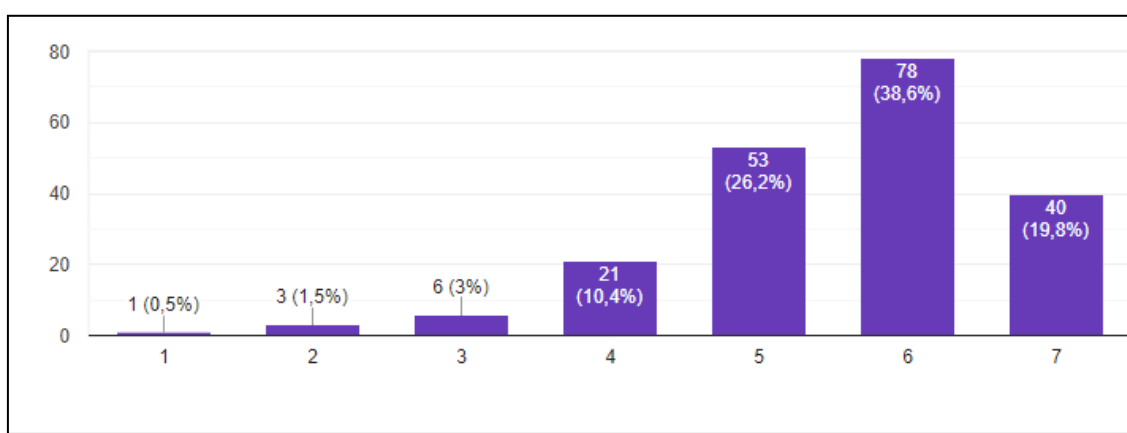
4.4. Η εκπαίδευση μέσω STEM αποτελεί εκπαίδευση που εστιάζει στο τελικό προϊόν



Η επόμενη ερώτηση αναζητούσε τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με το πόσο πιστεύουν ότι η ταυτόχρονη διδασκαλία διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων ενισχύει περισσότερο τη μάθηση των STEM σε σχέση με τη διδασκαλία των γνωστικών αντικειμένων χωριστά. Σύμφωνα με τη μέση τιμή (6), οι περισσότεροι συμφωνούν.

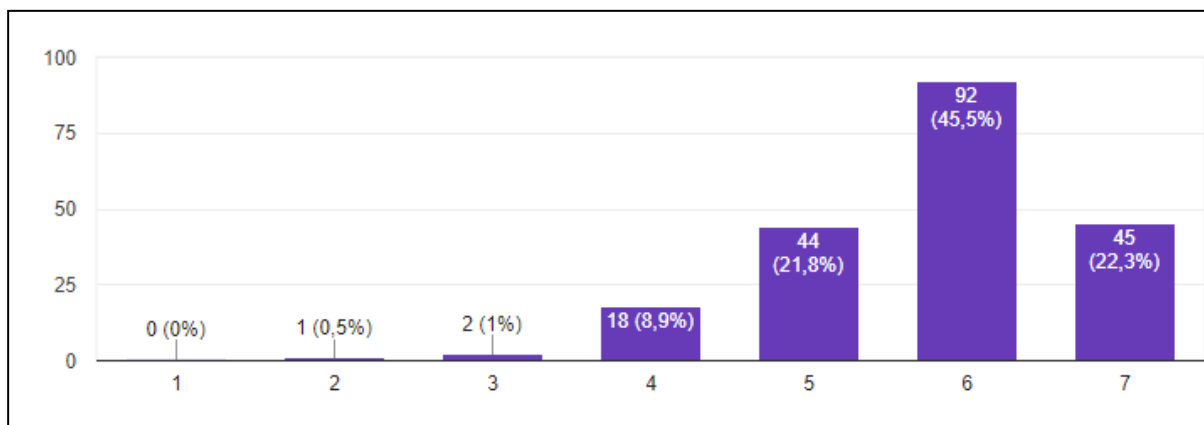
4.5. Η ταυτόχρονη διδασκαλία διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων μέσω STEM ενισχύει περισσότερο τη μάθηση των STEM, σε σχέση με τη διδασκαλία γνωστικών αντικειμένων ξεχωριστά

Η τελευταία ερώτηση που αφορούσε τις απόψεις των εκπαιδευτικών για τα STEM, διερευνούσε τον βαθμό συμφωνίας/διαφωνίας τους σχετικά με το αν η εκπαίδευση STEM αποτελεί μια σύνδεση μεταξύ μαθημάτων μέσα σε ένα αυθεντικό πλαίσιο για την ενίσχυση της μάθησης των μαθητών. Και σε αυτήν την διατύπωση οι



περισσότεροι (μέση τιμή 6) αντιμετωπίζουν θετικά τη διδασκαλία μέσω STEM.

4.6. Η εκπαίδευση STEM αποτελεί μια σύνδεση μεταξύ μαθημάτων μέσα σε ένα αυθεντικό πλαίσιο για την ενίσχυση της μάθησης των μαθητών



Για την καλύτερη οργάνωση και μελέτη των αποτελεσμάτων θα οργανωθούν τα αποτελέσματα σε συγκεντρωτικούς πίνακες, οι οποίοι έχουν οργανωθεί αναλόγως με την εκάστοτε θεματική που διερευνά το ερωτηματολόγιο. Σε κάθε ερώτηση ξεχωριστά θα δίνεται η μέση τιμή του βαθμού συμφωνίας/διαφωνίας και στο τέλος θα δίνεται και η μέση τιμή για την εκάστοτε θεματική που διερευνάται.

Αντιλήψεις για τα STEM	
Ερωτήσεις	Μέση τιμή
1. Η εκπαίδευση STEM έχει σχέση με αυτό που βιώνουμε στον πραγματικό κόσμο	6
2. Τα STEM έχουν θετικό αντίκτυπο στην κριτική σκέψη	6
3. Τα STEM έχουν θετικό αντίκτυπο στις δεξιότητες λήψης αποφάσεων	6
4. Τα STEM βελτιώνουν τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων	6
5. Η εκπαίδευση μέσω STEM αποτελεί εκπαίδευση που εστιάζει στο τελικό προϊόν	5
6. Η ταυτόχρονη διδασκαλία διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων μέσω STEM ενισχύει περισσότερο τη μάθηση των STEM, σε σχέση με τη διδασκαλία γνωστικών αντικειμένων ξεχωριστά	6
7. Η εκπαίδευση STEM αποτελεί μια σύνδεση μεταξύ μαθημάτων μέσα σε ένα αυθεντικό πλαίσιο για την ενίσχυση της μάθησης των μαθητών	6
Μέση τιμή απαντήσεων που αφορούν τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με την ενσωμάτωση	5,8
Ενσωμάτωση	
Ερωτήσεις	Μέση τιμή

8. Η τεχνολογία και η μηχανική παρουσιάζονται στα μαθήματα STEM	6
9. Τα γνωστικά αντικείμενα STEM διδάσκονται στο ίδιο μάθημα (ολοκληρωμένη διεπιστημονικότητα)	6
10. Οι μαθητές μαθαίνουν έννοιες που διαπερνούν τα γνωστικά αντικείμενα	6
11. Οι δραστηριότητες STEM μπορεί να συντελέσουν στην ενσωμάτωση της επιστήμης στα υπόλοιπα σχολικά μαθήματα	6
12. Στους μαθητές παρέχονται διεπιστημονικές προοπτικές των θεμάτων	6
13. Στα μαθήματα STEM οι οδηγίες που παρέχονται είναι ολοκληρωμένες	6
14. Οι Φυσικές Επιστήμες, τα Μαθηματικά, η Τεχνολογία και η μηχανική είναι τα μόνα μαθήματα που μπορούν να διδαχθούν μαζί	4
Μέση τιμή απαντήσεων που αφορούν τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με την ενσωμάτωση	5,7
Μηχανική και Σχεδιασμός	
Ερωτήσεις	Μέση τιμή
15. Οι έννοιες της μηχανικής αποτελούν στοιχεία στη STEM διδασκαλία μου	5
16. Οι μαθητές συλλέγουν πληροφορίες που σχετίζονται με διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα	6
17. Οι μαθητές εφαρμόζουν έννοιες, οι οποίες είναι βασισμένες στην κεντρική ιδέα του σχεδιασμού του μαθήματος	5
18. Οι μαθητές παράγουν πρότυπα έργα σε κάθε δραστηριότητα	5
19. Οι μαθητές δοκιμάζουν, αναθεωρούν και βελτιώνουν το πρότυπο που δημιούργησαν	6
20. Όλοι οι μαθητές οφείλουν να δημιουργήσουν το ίδιο σχέδιο	3
Μέση τιμή απαντήσεων που αφορούν τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με την Μηχανική και τον Σχεδιασμό	5
Συνεργασία	
Ερωτήσεις	Μέση τιμή
22. Οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν STEM μοιράζονται γνώσεις, ώστε να προωθηθεί η εξέλιξη της διδασκαλίας STEM	6
23. Οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν STEM μοιράζονται πόρους, οι οποίοι συντελούν στη διαχείριση της διδασκαλίας STEM	6
24. Οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν STEM επικοινωνούν μεταξύ τους τις ιδέες διδασκαλίας STEM	6
25. Οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν STEM συζητούν μεταξύ τους τις διάφορες προσαρμογές και τροποποιήσεις που χρειάστηκε να εφαρμόσουν στη δική τους τάξη	6
26. Υπάρχει συνεχής εκπαίδευση/ επιμόρφωση για τους εκπαιδευτικούς, σχετικά με τον τρόπο διδασκαλίας του STEM	5
27. Οι μαθητές συζητούν και διαπραγματεύονται με τους συμμαθητές τους τις λύσεις των εργασιών τους.	6
28. Οι μαθητές βελτιώνουν τις επικοινωνιακές τους δεξιότητες, ενώ ασχολούνται με την STEM εργασία τους.	6
Μέση τιμή απαντήσεων που αφορούν τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με την συνεργασία	5,8
Επίλυση προβλημάτων	
Ερωτήσεις	Μέση τιμή
29. Η μάθηση με βάση την επίλυση προβλημάτων είναι ένα σημαντικό στοιχείο της διδασκαλίας STEM	6
30. Καθοδηγώ τους μαθητές μου να αναπτύξουν διεπιστημονικές απόψεις για το εκάστοτε πρόβλημα.	6
31. Οι μαθητές μπορούν να προσδιορίσουν το πρόβλημα και τι χρειάζονται για να το λύσουν	6
32. Οι μαθητές ερευνούν και συλλέγουν πληροφορίες από διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα για να επιλύσουν το εκάστοτε πρόβλημα	6

33. Οι μαθητές αναπτύσσουν πιθανές λύσεις που στηρίζονται σε στοιχεία	6
34. Οι μαθητές μοιράζονται, επικοινωνούν και βελτιώνουν τις λύσεις τους	6
35. Οι εργασίες που βασίζονται στην επίλυση προβλημάτων προκαλούν τους μαθητές να σκέφτονται κριτικά	6
Μέση τιμή απαντήσεων που αφορούν τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με την επίλυση προβλημάτων	6
Παιδαγωγικό Περιεχόμενο	
Ερωτήσεις	
	Μέση τιμή
36. Οι βασικές έννοιες των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών δεν είναι απαραίτητες κατά τη διδασκαλία STEM	5
37. Η διδασκαλία περιεχομένου φυσικών επιστημών και μαθηματικών είναι αρκετή για να προσφέρει επιτυχημένη διδασκαλία STEM	5
38. Προάγω ερευνητικές δεξιότητες στις τάξεις μου, θέτοντας ερωτήματα, τα οποία διερευνούνται από τους μαθητές	6
39. Οι μαθητές παρουσιάζουν τα αποτελέσματα και τα εφαρμόζουν σε διερευνητικές οδηγίες	6
40. Η επιστημονική βιβλιογραφία είναι εξασφαλισμένη πριν από την ανάθεση οποιασδήποτε εργασίας	5
41. Η επιστημονική βιβλιογραφία προάγει τη γνώση και τις δεξιότητες για προσωπικές και κοινωνικές αποφάσεις	6
42. Η διαδικασία της διερεύνησης στις φυσικές επιστήμες παρέχει περισσότερα ερωτήματα και απαιτεί υψηλότερες δεξιότητες σκέψης	5
Μέση τιμή απαντήσεων που αφορούν τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με το Παιδαγωγικό Περιεχόμενο	5,4

Γ' Μέρος -

Συμπεράσματα-Συζήτηση

5. Συμπεράσματα-Συζήτηση

Κατά την εξέταση των αποτελεσμάτων της έρευνας, προέκυψαν αρκετοί τομείς όπου τα ευρήματα έριξαν φως στο πρωταρχικό ερευνητικό ερώτημα: Ποιες είναι οι αντιλήψεις και οι στάσεις των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για το STEM, ειδικά μετά από αυτήν την χρονιά που ενσωματώθηκε το STEM στα εργαστήρια δεξιοτήτων. Αυτή η μελέτη καλύπτει ένα κενό στο ερευνητικό πεδίο της εκπαίδευσης STEM στην Ελλάδα, ειδικότερα φέτος που έχουν ενταχθεί τα εργαστήρια δεξιοτήτων στα αναλυτικά προγράμματα. Η παρούσα έρευνα επεδίωκε να κατανοήσει τις τρέχουσες αντιλήψεις που έχουν οι εκπαιδευτικοί για την εκπαίδευση STEM και τον πυρήνα της διεπιστημονικής φύσης της. Τα ευρήματα της μελέτης πρόκειται να φέρουν στην επιφάνεια διάφορες προοπτικές των εκπαιδευτικών στο πλαίσιο της εκπαίδευσης STEM. Συνεπώς, η μελέτη μπορεί να παρέχει συστάσεις σε επίπεδο πολιτικής για την εισαγωγή προγραμμάτων για εν-ενεργεία και εν-δυνάμει εκπαιδευτικούς. Αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει στην ανάπτυξη ενός μοντέλου Επαγγελματικής Ανάπτυξης με βάση τη συνεργασία STEM για το τι χρειάζονται οι εκπαιδευτικοί, όσον αφορά τη γνώση περιεχομένου και τη γνώση παιδαγωγικού περιεχομένου για να εφαρμόσουν την εκπαίδευση STEM στην τάξη.

Η ενσωμάτωση STEM, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, αποτελεί έναν καινοτόμο τρόπο σκέψης, όσον αφορά τη διδασκαλία των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών και έχει τη δυνατότητα να επηρεάσει την εκπαίδευση με θετικό τρόπο. Η διεπιστημονικότητα στη διδασκαλία STEM μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία και οι εκπαιδευτικοί πιστεύουν ότι αυτός ο τρόπος διδασκαλίας ενθαρρύνει τη μάθηση και ενισχύει την εμπιστοσύνη των μαθητών, τόσο στα μαθηματικά και τα μαθήματα φυσικών επιστημών, όσο και σε οποιοδήποτε άλλο μάθημα διδάσκεται μέσω STEM. Συνεπώς, επιβεβαιώνεται η τρίτη ερευνητική υπόθεση, όσον αφορά τις πρακτικές που υιοθετούν οι παιδαγωγοί. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα αυτή προάγουν την διεπιστημονικότητα και τη μάθηση μέσα από διάφορα γνωστικά αντικείμενα, χωρίς να διαχωρίζουν τους κλάδους μεταξύ τους.

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων καταδεικνύουν ότι οι εκπαιδευτικοί θεωρούν τη διδασκαλία STEM ένα αποτελεσματικό εργαλείο μάθησης. Οι εκπαιδευτικοί λοιπόν, αντιμετωπίζουν θετικά το STEAM και την ενσωμάτωσή του στην εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς η χρήση νέων τεχνολογικών εργαλείων στη διαδικασία της

μάθησης τους προκαλεί ενδιαφέρον. Γενικότερα, επιβεβαιώνεται η πρώτη ερευνητική υπόθεση, σύμφωνα με την οποία οι εκπαιδευτικοί εκφράζουν θετικές απόψεις και στάσεις απέναντι στη διδασκαλία STEAM.

Ειδικότερα, οι ερωτηθέντες συμφώνησαν ότι οι μαθητές αναπτύσσουν πολύ σημαντικές δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα, όπως η επίλυση προβλημάτων, η συνεργασία και η δημιουργικότητα, όπως έχει διαπιστωθεί και από προγενέστερες έρευνες (Theodoropoulos, Antoniou&Lepouras, 2017). Οι εκπαιδευτικοί έδειχναν να συμφωνούν με την άποψη ότι μέσω της διδασκαλίας STEAM υλοποιείται σύνδεση με ένα αυθεντικό πλαίσιο και την καθημερινή ζωή. Έτσι, συμφώνησαν πως ενισχύεται η μάθηση και εκτός από τη δεξιότητα επίλυσης προβλημάτων, ενισχύονται οι δεξιότητες λήψης αποφάσεων, προάγεται η διαδικασία επιστημονικής διερεύνησης και βελτιώνονται οι δεξιότητες των μαθητών, όσον αφορά τον σχεδιασμό, την εκτέλεση, την καταγραφή, την ανάλυση και την ερμηνεία. Αυτά τα δεδομένα επιβεβαιώνουν τη δεύτερη ερευνητική υπόθεση πως επιδιώκεται η βελτίωση των ικανοτήτων δια βίου μάθησης των μαθητών και που συμφωνεί απόλυτα με τα αποτελέσματα της ανασκόπησης της διεθνούς και ελληνικής βιβλιογραφίας (Barrell, 2001; Eguchi, 2007).

Ένα πολύ σημαντικό στοιχείο για την εφαρμογή των STEM αποτελεί η σχολική κουλτούρα. Η ενσωμάτωση STEM απαιτεί διαφορετική σχολική κουλτούρα με βασικά προαπαιτούμενα τη συνεργασία μεταξύ των καθηγητών και των μαθητών και την οικοδόμηση μιας συνεργατικής και υποστηρικτικής κοινότητας STEM, όπου τονίζεται ιδιαίτερα η ανταλλαγή εμπειριών και ο συνεχής διάλογος μεταξύ των δασκάλων και των διευθυντών στο σχολείο. Με αυτή την έννοια, οι Stoll και Fink (1996) κατατάσσουν τη συλλογικότητα ως ένα από τα χαρακτηριστικά μιας θετικής σχολικής κουλτούρας, η οποία περιλαμβάνει κοινούς στόχους και ευθύνη για επιτυχία, συνεχή βελτίωση, δια βίου μάθηση, ανάληψη κινδύνων, υποστήριξη, αμοιβαίο σεβασμό, διαφάνεια και χιούμορ. Η πλειονότητα των συμμετεχόντων συμφώνησε ότι η διδασκαλία μέσω STEAM έχει θετικά αποτελέσματα στον τομέα της συνεργασίας (collaboration). Όπως επισημαίνεται και από τον Davies (2004), συνεργασία σημαίνει αλληλεπίδραση, με σκοπό την επίτευξη ενός κοινού στόχου και μπορεί να αυξήσει τις γνωστικές και κοινωνικές δεξιότητες των ανθρώπων, καθώς μαθαίνουν (ή προσπαθούν να μάθουν) μαζί. Η συνεργασία εδώ αναλύεται σε δύο επίπεδα. Αρχικά, γίνεται λόγος για συνεργασία μεταξύ των ίδιων

των ειδικών επαγγελματιών εκπαίδευσης και μετέπειτα, συνεργασία μεταξύ των μαθητών.

Από την ανάλυση των δεδομένων, διαπιστώνεται ότι η πλειονότητα των εκπαιδευτικών συμφωνεί πως είναι απαραίτητη η συνεργασία μεταξύ τους, ούτως ώστε να μαθαίνουν καλύτερα τη μεθοδολογία STEM. Με αυτόν τον τρόπο θα ξελιχθεί η διδασκαλία τους και θα μπορέσουν να διαχειρίζονται ορθότερα τα υλικά, τα μέσα και τους πόρους. Η επικοινωνία και η συνεργασία του συλλόγου διδασκόντων θα αποφέρει ευεργετικά αποτελέσματα στη STEM διδασκαλία τους, αφού θα είναι σε θέση να ανταλλάξουν απόψεις και να προσαρμόσουν ή να τροποποιήσουν ανάλογα τη διδασκαλία τους. Σε δεύτερο επίπεδο, η διδασκαλία STEM, όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω στη βιβλιογραφική ανασκόπηση, προωθεί ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες. Επομένως, οι μαθητές συνεργάζονται μεταξύ τους, δημιουργούν ομάδες και ανταλλάσσουν τις ιδέες και τις απόψεις τους με μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση, βελτιώνοντας τις διαπροσωπικές και κοινωνικές τους σχέσεις (Chambers et al., 2007; Faisal et al., 2012; Gura, 2012).

Όλοι οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στην έρευνα αναγνωρίζουν τη σημαντικότητα της μεθόδου επίλυσης προβλημάτων, καθώς καλλιεργεί την κριτική σκέψη. Για αυτόν τον λόγο φαίνεται πως ενθαρρύνουν τους μαθητές τους να επιλύουν προβλήματα (Bers & Portsmore, 2005; Chalmers et al., 2012, Faisal et al., 2012). Η επίλυση προβλημάτων διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ενσωμάτωση της μηχανικής στην επιστήμη και τα μαθηματικά. Ωστόσο, οι εκπαιδευτικοί του δείγματος αυτής της έρευνας, φαίνεται πως είναι λίγο διστακτικοί, όσον αφορά τη μηχανική. Αυτό είναι αναμενόμενο, καθώς πρόκειται για έναν καινούργιο κλάδο στην Ελλάδα. Συνεπώς, η ανάλυση των δεδομένων της έρευνας αποκαλύπτει ότι η κατάρτιση θεωρείται η σημαντικότερη υποστήριξη που χρειάζονται οι εκπαιδευτικοί και σύμφωνα και με άλλες έρευνες ακολουθούν τα υλικά, οι οδηγοί και τα εγχειρίδια. Η συνεχής επιμόρφωση που είναι απαραίτητη για την αναβάθμιση των γνώσεων των εκπαιδευτικών μειώνονται λόγω έλλειψης χρόνου, υψηλού κόστους και έλλειψης επιμορφωτών με κατάλληλες γνώσεις. Επίσης, η εξειδίκευση είναι λίγο δύσκολη για τον εκπαιδευτικό της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (ο οποίος καλείται να διδάσκει όλα τα μαθήματα) (Αναγνωστάκης & Μιχαηλίδης, 2007).

Οι συμμετέχοντες θεώρησαν ότι η ενσωμάτωση STEM είναι ένας φυσικός τρόπος σκέψης για τη διδασκαλία, καθώς τα περισσότερα προβλήματα του πραγματικού κόσμου υπερβαίνουν τα διεπιστημονικά όρια. Όλοι πιστεύουν ότι η ενσωμάτωση STEM βοηθά τους μαθητές τους να μην φοβούνται να κάνουν λάθη και να πιστεύουν ότι είναι σε θέση να πετύχουν κάτι που δεν μπορούσαν να κάνουν πριν. Οι Φυσικές Επιστήμες, τα μαθηματικά και η μηχανική σχετίζονται με πολύ φυσικό τρόπο, είτε από την άποψη του περιεχομένου είτε από διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων. Οι εκπαιδευτικοί του δείγματος, αναγνωρίζουν τη σημαντικότητα της ύπαρξης «βάσεων» κύριων εννοιών στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες. Συμπληρωματικά, δε φαίνεται να υποστηρίζουν ότι μόνο οι Φυσικές Επιστήμες, η Τεχνολογία και τα Μαθηματικά μπορούν να διδαχθούν μαζί.

Η τοπική κουλτούρα των μαθητών, συμπεριλαμβανομένων των συνομηλίκων, της οικογένειας, των βιομηχανιών, των μοντέλων σταδιοδρομίας και της χρήσης της τεχνολογίας στην καθημερινή ζωή μπορεί να προκαλέσει τα ενδιαφέροντα των μαθητών να μελετήσουν τις Φυσικές Επιστήμες και να κατανοήσουν το STEM. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό η τοπική κουλτούρα να αξιοποιηθεί και να ευαισθητοποιηθούν οι εφαρμογές του STEM μέσα από μαθήματα Φυσικών Επιστημών (EL-Deghaidy&Mansour, 2015).

Ειδικότερα, έρευνες έχουν καταδείξει πως η πολυετής εμπειρία των εκπαιδευτικών σχετίζεται ασυνεπώς με τις αντιλήψεις τους για την ενσωμάτωση ή την εκπαίδευση στο STEM. Μια μελέτη κατέληξε στο ότι οι πιο έμπειροι δάσκαλοι (> 15 χρόνων) είχαν πιο θετική άποψη για τη σημασία της εκπαίδευσης STEM σε σύγκριση με τους νέους δασκάλους (μεταξύ 1 και 5 ετών εμπειρίας) (Parketal., 2016), ενώ δύο άλλες έδειξαν ότι τα χρόνια διδακτικής εμπειρίας δεν συσχετίστηκαν ούτε με τις γνώσεις τους, ούτε με την άνεση της διδασκαλία του STEM (Nadelsonetal., 2013; Srikoometal., 2017). Συνεχίζοντας με την προϋπηρεσία, έχει διαπιστωθεί ότι οι δάσκαλοι με μέτρια εμπειρία (μεταξύ 6-15 χρόνια) ήταν στην πραγματικότητα λιγότερο εξοικειωμένοι με τα χαρακτηριστικά μηχανικής και πιθανόν να είχαν μια προκατάληψη ενάντια στην ικανότητα των μαθητών να μαθαίνουν STEM (Hsuetal., 2011). Οι Parkκαι οι συνεργάτες (2017) συμπέραναν ότι αυτοί που είχαν μεγαλύτερη εμπειρία εκτιμούσαν την εκπαίδευση STEM και, παράλληλα, επεδείκνυαν αυξημένο επίπεδο ετοιμότητας. Ωστόσο, οι εκπαιδευτικοί με περισσότερα χρόνια εμπειρίας, που δεν εκτιμούσαν τη διδασκαλία STEM δεν σημείωσαν υψηλότερα επίπεδα

ετοιμότητας. Οι Stohlmann και οι συνεργάτες (2012) διαπίστωσαν, επιπλέον, ότι το πάθος των δασκάλων για την εκπαίδευση STEM επηρέασε την εμπιστοσύνη και την άνεσή τους στην εφαρμογή του προγράμματος σπουδών.

4.7. Περιορισμοί της έρευνας

Μολονότι η παρούσα έρευνα απάντησε στις ερευνητικές υποθέσεις που τέθηκαν αρχικά, δυστυχώς, υπήρχαν περιορισμοί, καθώς το δείγμα αποτελούνταν από μικρό αριθμό ατόμων του ανδρικού πληθυσμού. Αυτό εμποδίζει τη σύγκριση και μελέτη του δημογραφικού στοιχείου του φύλου, ώστε τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα να είναι γενικεύσιμα.

Μελλοντικές έρευνες θα είναι χρήσιμο να ασχοληθούν με μεγαλύτερα δείγματα. Ακόμα, ενδείκνυται και ο συνδυασμός της ποσοτικής μεθόδου με την ποιοτική μέθοδο. Η χρήση ομάδων εστίασης και προσωπικών συνεντεύξεων μπορεί να βοηθήσει τους ερευνητές να εντρυφήσουν ακόμα περισσότερο στις απόψεις των εκπαιδευτικών. Τέλος, προτείνεται σε μελλοντικές έρευνες να εξετάσουν τη μάθηση των μαθητών κατά την εφαρμογή ενός μαθήματος STEM και να συλλέξουν δεδομένα σχετικά με τις απόψεις των μαθητών για την ενσωμάτωση STEM και τις παιδαγωγικές μεθόδους που χρησιμοποιούν οι δάσκαλοί τους για να τους βοηθήσουν να κατανοήσουν την επιστήμη μέσω της εκπαίδευσης STEM, ώστε να κατανοηθεί ολόπλευρα το θέμα.

4.8. Επίλογος

Οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στην έρευνα φαίνεται πως εκτιμούν και αντιμετωπίζουν θετικά την εκπαίδευση STEM. Ακόμα, πιστεύουν ότι ενισχύει τα μαθησιακά αποτελέσματα και προετοιμάζει τους μαθητές για τις καθημερινές πρακτικές και το μέλλον τους. Αυτό που πρέπει να επισημανθεί είναι η ανάγκη για περισσότερες επιμορφώσεις των εκπαιδευτικών στα ζητήματα του STEM και του STEAM. Με αυξημένη αυτοπεποίθηση, οι παιδαγωγοί πιθανότατα θα είναι πιο αποτελεσματικοί στην ενσωμάτωση τέτοιων δραστηριοτήτων. Προγενέστερη έρευνα, άλλωστε διευκρινίζει ξεκάθαρα ότι η αυξημένη αυτοπεποίθηση οδηγεί σε καλύτερη απόδοση κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας και αυτό θα οδηγήσει σε κέρδη στη μάθηση των μαθητών (Nadelson et al., 2013).

Στην παρούσα εργασία, η ενασχόληση με την εκπαίδευση STEAM έγινε από μια διπλή προοπτική. Αρχικά, ξεκινώντας από μια ήδη καθιερωμένη εκπαίδευση STEM, συζητήθηκε πώς είναι και πώς θα μπορούσε να είναι μια εκπαίδευση STEAM ενσωματωμένη με τις τέχνες. Έπειτα, υπογραμμίστηκαν οι συνέπειες που προκύπτουν από μια εκπαίδευση που έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο για την οικονομία, το άτομο και την κοινωνία και επισημάνθηκε η ανάγκη κατάρτισης στον ανθρωπιστικό τομέα για κάθε έναν από αυτούς τους τρεις τομείς. Αυτό γίνεται με σκοπό να παρασχεθεί μια ολοκληρωμένη εκπαίδευση, η οποία ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του κόσμου μας σε όλα τα επίπεδα, συμπεριλαμβανομένου και του οικονομικού. Η διπλή προσέγγιση ακολουθήθηκε, επειδή υποστηρίζεται και από πολλούς άλλους συγγραφείς ότι η εκπαίδευση έχει τόσο τεχνικά όσο και πολιτικά ζητήματα που δεν μπορούν να αγνοηθούν, εξ ου και η ανάγκη οριοθέτησης μιας πολιτικής σκέψης ως βασικό στοιχείο της εκπαίδευσης και της επαγγελματικής ζωής κάθε εκπαιδευτικού (Schmidt, 2015).

Με αυτόν τον τρόπο, διακρίνεται πως δημιουργείται μια συνειδητοποίηση για τον εξανθρωπισμό της τεχνολογίας, ειδικά αυτή που έχει να κάνει με τη χρήση και την ανάπτυξη του ψηφιακού σύμπαντος και του οποίου το υψηλό σημείο είναι η τεχνητή νοημοσύνη. Θα ήταν ζήτημα να εισαχθεί η ηθική και η κοινωνική δικαιοσύνη για να αντιμετωπιστεί ο αυτοματισμός και η έλλειψη αντίβαρων στην ασταμάτητη τεχνολογική ανάπτυξη που θέτει υπό αμφισβήτηση το παραδοσιακό μοντέλο

δημοκρατίας. Αυτό είναι αυτό που ονομάζεται «Τεχνολογικός Ανθρωπισμός», που ήδη ισχυρίζεται ο Laurel (1998) σε αντίθεση με μια απανθρωποποιημένη τεχνολογία.

Σε εκπαιδευτικό επίπεδο, η ανάπτυξη προγραμμάτων σπουδών που βασίζονται στο STEAM και προάγουν τη δημοκρατία, την κριτική σκέψη και την ολοκληρωμένη ανάπτυξη των ανθρώπων είναι μια εναλλακτική λύση για τις ανάγκες και τις απαιτήσεις της σημερινής και μελλοντικής κοινωνίας μας.

Παρά τη συναίνεση που φαίνεται να υπάρχει για την ευκολία και τα πλεονεκτήματα της ενσωμάτωσης του Α στο STEM, δεν μπορεί να αγνοηθεί πιθανότητα να αναδειχθεί ως μια άλλη «εκπαιδευτική μόδα» ή να μην ληφθούν υπόψη οι δυσκολίες που αυτό συνεπάγεται. Οι προκλήσεις για την εφαρμογή του STEAM στα διαφορετικά εκπαιδευτικά στάδια είναι πολλές. Κάποιες έχουν να κάνουν με τον σχεδιασμό εκπαιδευτικών προγραμμάτων με διαφορετική βαρύτητα στα προγράμματα σπουδών μεταξύ των Θετικών Επιστημών και Ανθρωπιστικών Επιστημών, καθώς και με τον σχεδιασμό συγκεκριμένων δραστηριοτήτων από το νηπιαγωγείο ή το δημοτικό μέχρι τα πανεπιστημιακά πτυχία με αυτό το προφίλ.

Αυτό οδηγεί αρχικά στην ακόμα μεγαλύτερη ανάγκη για κατάρτιση των εκπαιδευτικών στο STEAM, τόσο στην αρχική όσο και στη δια βίου εκπαίδευσή τους, κάτι που δεν είναι εύκολο λαμβάνοντας υπόψη τη διαφορετική φύση των εμπλεκόμενων κλάδων. Αναμφίβολα, απαιτείται και ένας βαθύς μετασχηματισμός των προγραμμάτων εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών για την ενσωμάτωση των Θετικών Επιστημών, των Τεχνών και των Ανθρωπιστικών Επιστημών γενικότερα.

Υπάρχουν ήδη επιτυχημένες εμπειρίες ενσωμάτωσης STEAM, όπως στην περίπτωση της Νότιας Κορέας (Kim & Bolger, 2017) που θα μπορούσαν να ανοίξουν το δρόμο και για άλλες χώρες που ήδη προωθούν διάφορους τύπους πτυχίων STEAM, όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες (Dell'Erba, 2019) ή Αυστραλία (Hogan & Down, 2015). Από τη διεθνή τάση καταλήγει κανείς στο συμπέρασμα ότι η διδασκαλία του STEAM δεν είναι μια παροδική μόδα, αλλά, μάλλον, ένας αναδυόμενος τομέας τόσο στο εκπαιδευτικό όσο και στο ερευνητικό επίπεδο που πρόκειται να παραμείνει. Ωστόσο, πρέπει να αντιμετωπίζεται ρεαλιστικά σχετικά με το πραγματικό εύρος του STEAM προς το παρόν, δεδομένων των αδυναμιών του όσον αφορά τον ίδιο του ορισμό, τη σπανιότητα των αντίθετων εμπειριών και τη μεταβλητότητα στον βαθμό ολοκλήρωσης (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019).

Απαιτείται περαιτέρω έρευνα και σε αυτούς τους τομείς, λοιπόν, ούτως ώστε να μεγιστοποιηθεί το όφελος από μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση. Με την αυξανόμενη εθνική εστίαση στην οικονομική ανταγωνιστικότητα και τις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις για το μελλοντικό εργατικό δυναμικό, χρειάζονται νέες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις, ειδικά για τους νεότερους μαθητές. Δεδομένου ότι οι εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης θα είναι οι κύριοι υλοποιητές των μεταβαλλόμενων εκπαιδευτικών παραδειγμάτων, οι πεποιθήσεις τους σχετικά με τις νέες προσεγγίσεις είναι μια ανεκτίμητη πηγή για να καθοδηγήσουν τις εκπαιδευτικές καινοτομίες όπως η διδασκαλία του STEAM.

Βιβλιογραφία

Alimisis, D. (2013). Educational Robotics: Open Questions and New Challenges. *Themes in Science & Technology Education, Vol 6 (No1)* , 63-71.

Alimisis, D., & Kynigos, C. (2009). Constructionism and robotics in education. *Teacher Education on Robotic-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods* , 11-26.

Allport, G. W. (1937). *Personality: A psychological interpretation*. . New York: Holt Rinehart & Winston.

Altan, E. and Ercan, S. (2016). STEM Education Program for Science Teachers: Perceptions and Competencies. *Journal of Turkish Science Education, vol. 13(Special Issue)* , 103-117.

Aróstegui J. L. (2016). Exploring the global decline of music education. *Arts Education Policy Review, 117(2)* , 96–103.

Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F. and Prime, G . (2012). Supporting STEM Education in Secondary Science Contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning vol. 6 (2)* .

Asunda, P. and Mativo, J. (2016). Integrated STEM: A New Primer for Teaching Technology Education. *Technology and Engineering Teacher, vol. 75* .

Bagiati, A. & Evangelou, D. (2015). Engineering curriculum in the preschool classroom: The teacher's experience. *European Early Childhood Education Research Journal, 23(1)* , 112–128.

Bandura, A. (1993). Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. *Educational Psychologist, Vol 28* , 117-148.

Barrell, B. (2001). *Technology, Teaching and Learning: Issues in the Integration of Technology*. Calgary: Detselig Enterprises.

Barron, B.J.S. (1998). Doing with understanding: lessons from research on problem- and project-based learning. *The journal of the learning sciences, 7* , 271–311.

Bartholomew S. (2015). Who Teaches the "STE" in STEM? *Technology and Engineering Teacher, vol. 75 (2)* .

Becker, K. and Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM education: Innovations and research*, 12 (5/6) , 23.

Bers, M. U., Seddighin, S., & Sullivan, A. (2013). Ready for robotics: Bringing together the T and E of STEM in early childhood teacher education. *Journal of Technology and Teacher Education*, 21(3) , 355-377.

Beyers J. E. R. (2011). Student dispositions with respect to mathematics: What the current literature says. In D. J. Brahier & W. R. Speer (Eds.). *Yearbook of NCTM Motivation and disposition: Pathways to learning mathematics* , 69-79.

Boychev P. and Boycheva Sv. (2020). Gamified Evaluation in STEAM for Higher Education: A Case Study. *Information 2020*, 11(6) , 316.

Brooks, G.J., & Brooks, G.M. (1993). *In search of understanding: The case for constructivism classroom*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Brown, R., Brown, J., Reardon, K. and Merrill, K. (2011). Understanding STEM: Current Perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, vol. 70 (6) .

Bybee, R. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and engineering teacher*, 70 (1) , 30–35.

Chalmers, C., Chandra, V., Hudson, S. and Hudson, P. (2012). Preservice Teachers Teaching Technology with Robotics. In *Going for Gold! Reshaping Teacher Education for the Future*, edited by Tania Aspland and Michele Simons. Adelaide: Australian Teacher Education Association (ATEA).

Chambers, J., Carbonaro, M., & Rex, M. (2007). Scaffolding Knowledge Construction Through Robotic Technology: A Middle School Case Study. *Electronic Journal for the Integration of Technology in Education*, Vol 6 , 55–70.

Cochran, K.F., DeRuiter, J.A., and King, R.A. (1993). Pedagogical content knowing: an integrative model for teacher preparation. *Journal of teacher education*, 44 (4) , 263–272.

Colker, L. J. and Simon, F. (2014). Cooking with STEAM. *Teaching Young Children*, 8(1), 10-13. Ανακτήθηκε από: <http://ezproxy.rowan.edu/login?url=http://search.proquest.com/docview/1647823250?accountid=13605>. Τελευταία επίσκεψη: 22/01/2022.

Colucci-Gray L., Burnard P., Gray D., & Cooke C. (2019). *A critical review of STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics) (pp. 1–22)*. Oxford Research Encyclopedia, Education : Oxford University Press.

Cook, K., & Bush, S. B. (2018). Design thinking in integrated STEAM learning: Surveying the landscape and exploring exemplars in elementary grades. *School Science and Mathematics*, 118(3–4), 93–103.

Crites S. N. et al. (2015). Nurturing gender stereotypes in the face of experience: A study of leader gender, leadership style and satisfaction. *Journal of Organizations The GLOBE Study of 62 Societies*, Sage Publications, Thousand Oaks, CA .

Davies J. (2004). *Wiki Brainstorming and Problems with Wiki Based Collaboration*. University of Yor: Report on a project submitted for the degree of Information Processing Department of Computer Science.

Dell’Erba, M. (2019). Policy Considerations for STEAM Education. *Education Commission of the States- Arts Education Partnership*, 1-10.

Dewey, J. (2010). The Need for a Philosophy of Education (1934). *Schools*, vol. 7 (2), 244-245.

Domènech-Casal, J. (2019). STEM: Oportunitades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. *Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de L’Educació*, 1(2), 154–168.

Drake, S. & Burns, R. (2004). *Meeting Standards Through Integrated Curriculum*. U.S.: Alexandria, Va.

Drake, S. & Reid, J. (2014). What Works? Research into Practice. *Student Achievement Division*, 1-4.

Duncan, R. and Cavera, V. (2015). DCIs, SEPs, and CCs, Oh My! Understanding the Three Dimensions of the NGSS. *Science Scope*, vol. 53 (02), 16-20.

Eguchi, A. (2007). Educational Robotics for Elementary School Classroom. In R. Carlsen, K. McFerrin, J. Price, R. Weber & D. Willis (eds.), Proceedings of SITE 2007-Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, 26 March 2007 (2542-2549). San Antonio, Texas, USA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

Ejiwale J. (2013). Barriers to successful implementation of STEM education. *Journal of Education and Learning*, 7(2), 63–74.

Ejiwale, J. (2012). Facilitating Teaching and Learning Across STEM Fields. *Journal of STEM Education*, vol. 13.

EL-Deghaidy H., Mansour N. (2015). Science teachers' perceptions towards STEM education in Saudi Arabia: possibilities and challenges. *ResearchGate*, 1-6.

English L. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, vol. 3 (1).

Epstein F., et al. (1991). Debate-Is it time to stop talking about gender differences?: Ways women lead. *Harvard Business Review*, Vol. 69, January-February.

Faisal, A., Kapila, V. and Iskander, M. G. (2012). Using Robotics to Promote Learning in Elementary Grades. Paper presented at the 19th ASEE Annual Conference & Exhibit, 12 June 2012 San Antonio, Texas.

Fitzallen N. (2015). STEM Education: What Does Mathematics Have to Offer. *Mathematics Education Research Group of Australasia*.

Forawi, S. (2016). Standard-Based Science Education and Critical Thinking. *Thinking Skills and Creativity*, vol. 20, 52-62.

FOUNDATION DOCUMENT FOR DISCUSSION. (2016). 21ST CENTURY COMPETENCIES. Towards Defining 21st Century Competencies for Ontario. Ontario: The Ontario Public Service.

Friedman, T. L. (2005). The World is flat. A brief history of the twenty-first century. Farrar: Straus and Giroux.

Geum, Y., and Bae, S. (2012). The recognition and needs of elementary school teachers about STEAM education. *Korean institute of industrial education*, 37 (2) , 57–75.

Glancy, A. and Moore, T. (2013). Theoretical Foundations for Effective STEM Learning Environments. *Engineering Education Working Papers* .

Gupta V. (1998). A dynamic model of technological growth Diffusion of Japanese investment networks overseas. Wharton, Philadelphia: School of University of Pennsylvania.

Gura, M. (2012). Lego Robotics: STEM Sport of the Mind. *Learning and Leading with Technology*, Vol 40 (No1) , 12–16.

Guzey, S., Harwell, M. and Moore, T. (2014). Development of an Instrument to Assess Attitudes Toward Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, vol. 114 (6) , 271-279.

Han, H., et al. (2012). A Study on the perceptions of teachers and students on the implementation of the intensive course completion system in mathematics courses. *The mathematical education*, 51 (4) , 317–335.

Hansen, M. and Gonzalez, T. (2014). Investigating the Relationship between STEM Learning Principles and Student Achievement in Math and Science . *American Journal of Education*, vol. 120 (2) , 139-171.

Hartley S. (2017). The fuzzy and the techie: Why the liberal arts will rule the digital world. Hartley Global, LLC.

Henriksen D. (2014). Full STEAM Ahead: Creativity in Excellent STEM Teaching. *The STEAM Journal: Vol. 1: Iss. 2, Article 15* , 1-9.

Henrkisen, D., et al. (2015). Rethinking technology&creativity in the 21st century transform and transcend: synthesis as a trans-disciplinary approach to thinking and learning. *Tech-Trends*, 59 (4) , 5.

Hernandez, P., Bodin, R., Elliott, J., Ibrahim, B., Rambo-Hernandez, K., Chen, T. and de Miranda, M. (2014). Connecting the STEM dots: measuring the effect of an integrated engineering design intervention. *International Journal of Technology and Design Education*, vol. 24 (1) , 107-120.

Herro D.&Quigley C. (2016). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators. *Professional Development in Education* , 1-24.

Hirst, P.H. (1974). Knowledge and the curriculum: A collection of philosophical papers. London: Routledge and Kegan Paul.

Hofstede G. (2001). Culture's consequences. Comparing values, behaviors, institutions and organizations across nations. Sage, Thousand Oaks, CA.

Hogan, J.,&Down, B . (2015). A STEAM School using the Big Picture Education (BPE) design for learning and school – what an innovative STEM Education might look like. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 23(3) , 47–60.

Honey, M., Pearson, G. and Schweingruber, H. (2014). *STEM Integration in K-12 Education*. Washington D.C: The National Academies Press.

Hsu, M. C., Purzer, S.,&Cardella, M. E. (2011). Elementary teachers' views about teaching design, engineering, and technology. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2) , 31–39.

Jamil F. M., Linde S. M., Stegelin D. A. (2017). Early Childhood Teacher Beliefs About STEAM Education After a Professional Development Conference. *Springer Science+Business Media, LLC* , 1-9.

Kafai, Y. B.,&Resnick, M. (2012). In Constructionism in practice. Designing, Thinking, and Learning in A Digital World. London: Routledge.

Kasza P. and Slater T. (2017). A Survey of Best Practices and Key Learning Objectives for Successful Secondary School STEM Academy Settings. *Contemporary Issues in Education Research (CIER)*, vol. 10 (1) , 53.

Katz-Buonincontro, J. (2018). Gathering STE(A)M: Policy, curricular, and programmatic developments in arts-based science, technology, engineering, and mathematics education Introduction to the special issue of Arts Education Policy Review. *STEAM Focus. Arts Education Policy Review*, 119(2) , 73–76.

Kelley T. and Knowles J. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, vol. 3 (1) .

Kennedy, T. and Odell, M. (2014). Engaging Students in STEM Education. *Science Education International*, vol. 25 (3) , 246-258.

Khanlari, A. (2016). Teachers' perceptions of the benefits and the challenges of integrating educational robots into primary/elementary curricula. *European Journal of Engineering Education*, 41(3) , 320-330.

Kim B. H., & Kim J. (2016). Development and validation of evaluation indicators for teaching competency in STEAM education in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7) , 1909–1924.

Kim, D., & Bolger, B. (2017). Analysis of Korean elementary pre-service teachers' changing attitudes about integrated STEAM pedagogy through developing lesson plans. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(4) , 587–605.

Klein, J.T. (2014). Interdisciplinarity and transdisciplinarity: keyword meanings for collaboration science and translational medicine. *Journal of translational medicine and epidemiology*, 2 (2) , 1024.

Klein, J.T. (2004). Prospects for transdisciplinarity. *Futures*, 36 (4) , 515–526.

Korsyn K . (2003). Decentering music: A critique of contemporary musical research. OUP.

Krajcik, J. and Delen, I. (2016). How to Support Learners in Developing Usable and Lasting Knowledge of STEM. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, vol. 5 (1) , 21.

Kuzborska, I. (2011). Links between teachers' beliefs and practices and research on reading. *Reading in a Foreign Language*, Vol 23 (No1) , 102-128.

Land M. H . (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Computer Science*, 20 , 547–552.

Laurel, B. (1998). Technological humanism and values-driven design. *CHI 98. Conference Summary on Human Factors in Computing Systems - CHI* .

Lee, K.T., and Nason, R.A. (2013). The recruitment of STEM-talented students into teacher education programs. *International journal of engineering education*, 29 (4) , 833–838.

- Lesseig, K., Nelson, T., Slavit, D. and Seidel, R. (2016). Supporting Middle School Teachers' Implementation of STEM Design Challenges. *School Science and Mathematics*, vol. 116 (4) , 177-188.
- Li K.-C.,&Wong B. T.-M. (2020). Trends of learning analytics in STE(A)M education: A review of case studies. *Interactive Technology and Smart Education*, 17(3) , 323–335.
- Linder C. (1992). Understanding sound: so what is the problem? *Phys. Educ.* 27 , 258.
- Lou S. J., Shih R. C., Diez C. R.,&Tseng K. H. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: An exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2) , 195–215.
- Malzahn, K. A. (2013). National survey of science and mathematics education- status of elementary school mathematics teaching of elementary school mathematics teaching. Ανάκτηση 04 10, 2022, από Horizon Research INC. Research, Evaluation, and Technical Assistance: http://www.horizon-research.com/reports/?sort=report_category
- 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 systematic review of literature. *Science Education*, 103(4) , 799–822.
- Marulcu, I. and Barnett, M. (2016). Impact of an engineering design-based curriculum compared to an inquiry-based curriculum on fifth graders' content learning of simple machines. *Research in Science & Technological Education*, vol. 34 (1) , 85-104.
- Marx, R.W., et al. (1997). Enacting project-based science. *The elementary school journal* , 341–358.
- McDonald, C. (2016). STEM Education: A Review of the Contribution of the Disciplines of Science, Technology, Engineering and Mathematics. *Science Education International*, vol. 27 , 530-569.
- Menchen, K.&Thompson, R. (2005). Student Understanding Of Sound Propagation: Research And Curriculum Development. *AIP Conference Proceedings 790* , 81.

Mengmeng, Z., Xiantong, Y., & Xinghua, W. (2019). Construction of STEAM curriculum model and Case Design in kindergarten. *American Journal of Educational Research*, 7(7), 485-490.

Miller, J., and Knezek, G. (2013). STEAM for student engagement. Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, 1 March 2013, 3288–3298.

Mitts, C. (2016). Why STEM? *Technology and Engineering Teacher*, vol. 75 (6).

Moore, T.J., et al. (2014). A framework for quality K-12 engineering education: research and development. *Journal of pre-college engineering education research (J-PEER)*, 4(1), 2.

Morrison, J. (2010). The STEM education monograph series, attributes of STEM education the student, the school, the classroom. Baltimore, MD: Teaching Institute for Excellence in STEM.

Moye, J., Dugger, W. and Starkweather, K. (2014). Learning by Doing Research. *Technology and Engineering Teacher*, vol. 74 (1) .

Nadelson, L.S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M. and Pfiester, J. (2013). Teacher STEM perception and preparation: Inquiry-based STEM professional development for elementary teachers. *The journal of educational research*, 106 (2) , 157–168.

National Academy of Engineering and National Research Council (NAE&NRC). (2014). Toward integrated STEM education: developing a research agenda. Ανάκτηση από: <http://www.nae.edu/Projects/iSTEM.aspx>. Τελευταία επίσκεψη: 10/04/2022.

National Research Council. (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Cross Cutting Concepts, and Core Ideas . Washington D.C.: The National Academies Press.

National Research Council. (2011). Successful K–12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics. National Academies.

Next Generation Science Standards. (2013). Ανάκτηση 01 30, 2022, από <https://www.nextgenscience.org/>

NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington DC: The National Academies Press.

Nourbakhsh, I. R., Hamner, E., Lauwers, T. B., Bernstein, D., & DiSalvo, C. (2006). A roadmap for technology literacy and a vehicle for getting there: Educational robotics and the TeRK project. *The 15th IEEE International Symposium Robot and Human Interactive Communication 6-8 September*, 391-397. Hatfield, UK: IEEE.

Ortiz-Revilla J., Adúriz-Bravo A., & Greca I. (2020). A framework for epistemological discussion on integrated STEM education. *Science & Education*, 29(4), 857–880.

Pajares, M. F. (1992). Teacher beliefs and educational research: cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, Vol 62(3), 307-332.

Papert S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.

Park H., Byun S., Sim J., Han H., Baek Y. S. (2015). Teachers' Perceptions and Practices of STEAM Education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1739-1753.

Park, H., Byun, S., Sim, J., Han, H. and Baek, Y. (2016). Teachers' Perceptions and Practices of STEAM Education in South Korea. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, vol. 12 (7).

Park, M., Dimitrov, D. M., Patterson, L. G., & Park, D. (2017). Early childhood teachers' beliefs about readiness for teaching science, technology, engineering, and mathematics. *Journal of Early Childhood Research*, 15, 275–291.

Peppler K., & Wohlwend K. (2018). Theorizing the nexus of STEAM practice. *Arts Education Policy Review*, 119(2), 88–99.

Perales F. J. & Aguilera D. (2020). Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: evolución, revolución o disyunción? *Ápice. Revista De Educación Científica*, 4(1), 1–15.

Perignat E., & Katz-Buonincontro J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31–43.

Peters-Burton, E., Moore, T. & Johnson, C. (2016). *STEM Road Map. 1st edn.* New York: Routledge.

Piaget, J. (1974). *To understand is to invent.* New York: Basic Books.

Pickens, J. (2005). Attitudes and Perceptions. Στο *Organizational Behavior in Health Care* (σσ. 43-75). Sudbury: Jones and Bartlett Publishers.

Radloff, J. & Guzey, S. (2016). Investigating Preservice STEM Teacher Conceptions of STEM Education. *Journal of Science Education and Technology*, vol. 25 (5), 759-774.

Rinne, L., et al. (2011). Why arts integration improves long-term retention of content. *Mind brain, and education*, 5 (2), 89–96.

Ritz, J. and Fan, S. (2015). STEM and technology education: international state-of-the-art. *International Journal of Technology and Design Education*, vol. 25 (4), 429-451.

Robelen, E. W. (2011). Building STEAM: Blending the arts with STEM subjects. *Education Week*, 31(13), 8, Ανάκτηση από: <http://ezproxy.rowan.edu/login?url=http://search.proquest.com/docview/910218761?accountid=13605>. Τελευταία επίσκεψη: 19/01/2022.

Roehrig, G., Moore, T., Wang, H. and Park, M. (2012). Is Adding the E Enough? Investigating the Impact of K-12 Engineering Standards on the Implementation of STEM Integration. *School Science and Mathematics*, vol. 112 (1), 31-44.

Sahin A., Ayar M. C., Adiguzel T. (2014). STEM Related After-School Program Activities and Associated Outcomes on Student Learning. *Educational Sciences: Theory and Practice* 14(1), 309-322.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania An Examination of the History and STEM, Importance of Integrative STEM Education. *Technology Teacher*, vol. 68 (4).

Savage, M. and Drake, S. (2016). Living Transdisciplinary Curriculum: Teachers Experiences with the International Baccalaureate's Primary Years Programme. *International Electronic Journal of Elementary Education*, vol. 9 (1) , 1-20.

Schmidt, P. (2015). The ethics of policy. Why a social justice vision of music education requires a commitment to policy thought. In C. Benedict, P. Schmidt, G. Spruce,&P. Woodford (Eds.),. *The Oxford handbook of social justice in music education*. OUP .

Shakhatreh, F. (2011). *The basic of robotics*. Lahti, Finland: Lahti University of Applied Sciences.

Sharapan, H. (2012). From STEM to STEAM: How early childhood educators can apply fred rogers' approach. *YC Young Children*, 67(1) , 36-40. Ανακτήθηκε από: <http://ezproxy.rowan.edu/login?url=http://search.proquest.com/docview/927664843?accountid=13605>. Τελευταία επίσκεψη: 22/01/2022.

Shernoff, D., Sinha, S., Bressler, D. and Ginsburg, L . (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, vol. 4 (13) .

Shin, Y., and Han, S. (2011). A study of the elementary school teachers' perception in STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) education. *Elementary science education*, 30 (4) , 514–523.

Smith, K. L., Rayfield, J.,&McKim, B. R. (2015). Effective practices in STEM integration: describing teacher perceptions and instructional method use. *Journal of Agricultural Education*, 56(4) , 182–201.

Son, Y., et al. (2012). Analysis of prospective and in-service teachers' awareness of steam convergent education. *Journal of humanities&social science*, 13 (1) , 255–284.

Srikoom, W., Hanuscin, D. L.,&Faikhamta, C. (2017). Perceptions of in-service teachers toward teaching STEM in Thailand. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 18(2) , 1–23.

Stewart, K.&Williams, M. (2005). Researching online populations: the use of online. *Qualitative Research* 5 (4) , 395–416.

Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), Article 4 .

Stoll, L., & Fink, D. (1996). *Changing our schools: Linking school effectiveness and school improvement* . Open University Press.

Storksdieck M. (2016). Critical Information Literacy as Core Skill for Lifelong STEM Learning in the 21st Century: Reflections on the desirability and Feasibility for Widespread Science Media Education. *Cultural Studies of Science Education*, vol. 11 , 167-182.

Strimel G. and Grubbs M. (2016). Positioning Technology and Engineering Education as a Key Force in STEM Education. *Journal of Technology Education*, vol. 27 (2) .

Theodoropoulos, A., Antoniou, A. & Lepouras, G. (2017). Teacher and student views on educational robotics: The Pan-Hellenic competition case. *Proceedings of the 11th Workshop in Primary and Secondary Computing Education* , 84-87.

Thomas, J.W. (2000). A review of research on project-based learning. *Report prepared for The Autodesk Foundation* .

Trygstad, P. J. (2013). *2012 National survey of science and mathematics education- status of elementary school science teaching*. Ανάκτηση 04 15, 2022, από Horizon Research INC. Research, Evaluation, and Technical Assistance: http://www.horizon-research.com/reports/?sort=report_category

Wahyuningsih S., Nurjanah N. E., Rasmani U. E. E., Hafidah R., Pudyaningtyas A. R., & Syamsuddin M. M. (2020). STEAM learning in early childhood education: A literature review. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 4(1) , 33–44.

Wan Nor Fadzilah et al. (2016). "Fostering students' 21st century skills through Project Oriented Problem Based Learning (POPBL) in integrated STEM education program". *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, vol. 17, no. 1 , 18.

Westbrook, R. (1993). John Dewey . International Bureau of Education vol. 1 (2) .

Williams, D., Ma, Y. & Prejean, L. (2010). A Preliminary Study Exploring the Use of Fictional Narrative in Robotics Activities. *Journal of Computers in Mathematics and*

Science Teaching, Vol 29 (No1). Waynesville, NC USA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE) , 51-71.

Wing J. M. (2011). Computational thinking: What and why. *The Link* .

Yildirim B . (2016). An Analyses and Meta-Synthesis of Research on STEM Education. *Journal of Education and Practice*, vol. 7 (34) .

Zemelman S., Daniels H.,&Hyde A. A. (2005). *Best practice: today's standards for teaching and learning in America's schools*. 3rd ed. Portsmouth: N.H.: Heinemann.

Zollman A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1) , 12–19.

Αναγνωστάκης, Σ.&Μιχαηλίδης, Π. (2007). *Εργαστήριο Εκπαιδευτικής Ρομποτικής: Ένα προπτυχιακό μάθημα στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης*. Ανάκτηση 04 06, 2022, από 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, 15-18 Μαρτίου 2007, (σσ. 980-987), Ιωάννινα: http://dide.ilei.sch.gr/keplinet/education/docs/syn_fent2007-anagnostakis.pdf

Γεωργιάς, Δ. (1995). Κοινωνική ψυχολογία: Στάσεις, αντίληψη του προσώπου, στερεότυπα επιθετικότητα, δυαδικές σχέσεις και επικοινωνία. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Λιαράκου Γ.&Φλογαΐτη Ε. (2007). Από την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στην Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη: Προβληματισμοί, Τάσεις και Προτάσεις. Αθήνα: Νήσος.

Τσιώλης, Γ. (2014). Μέθοδοι και τεχνικές ανάλυσης στην ποιοτική κοινωνική έρευνα. Αθήνα: Εκδόσεις Κριτική.

Ψυχάρης Σαράντος, Κ. Κ. (2018). Διδακτική και σχεδιασμός εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων STEM και ΤΠΕ. Αθήνα: Εκδόσεις Τζιόλα.

Παράρτημα

Ερωτηματολόγιο:

Αγαπητοί εκπαιδευτικοί,

Η παρούσα έρευνα εντάσσεται στα πλαίσια της διπλωματικής μου εργασίας, η οποία διερευνά τις αντιλήψεις εκπαιδευτικών σχετικά με τα STEM και τον τρόπο που τα εφαρμόζουν στα σχολεία τους. Οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται μόνο για ακαδημαϊκή έρευνα.

Σας παρακαλούμε, αφού συμπληρώσετε μερικά δημογραφικά στοιχεία, να σημειώσετε τον βαθμό που αντανακλά καλύτερα τη συμφωνία ή διαφωνία σας με κάθε μια από τις προτάσεις που ακολουθούν. Όσο πιο πολύ διαφωνείτε με μια πρόταση, τόσο η απάντησή σας θα πλησιάζει το «1». Αντίθετα, όσο πιο πολύ συμφωνείτε τόσο η απάντησή σας θα πλησιάζει το «7». Σας υπενθυμίζουμε ότι δεν υπάρχουν σωστές ή λανθασμένες απαντήσεις.

Διαφωνώ απόλυτα 1.....2.....3.....4.....5.....6.....7 Συμφωνώ απόλυτα.

Το παρόν ερωτηματολόγιο είναι ανώνυμο, ενώ τα δεδομένα που θα συλλεχθούν, θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς.

A) Δημογραφικά στοιχεία:

Έτη εμπειρίας στη διδασκαλία (συμπληρώστε) : _____

Ηλικία (συμπληρώστε): _____

Ειδικότητα (συμπληρώστε): _____

B) Απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις, είτε συμπληρώνοντας, είτε επιλέγοντας.

Πόσο συχνά διδάσκετε STEM κάθε μήνα στην τάξη σας; (συμπληρώστε):

Το πρόγραμμα μαθημάτων στο οποίο διδάσκεται το STEM
1=εξωσχολικό πρόγραμμα 2=μετά το σχολικό πρόγραμμα 3=κανονικό αναλυτικό πρόγραμμα 4=ειδική δραστηριότητα 5= άλλα

Το μάθημα στο οποίο διδάσκεται το STEM

1=Φυσικές Επιστήμες 2=μαθηματικά 3=ΤΠΕ 4= όλα 5=άλλο

Η εκπαίδευση στο σχολείο μου μέσω STEM αποτελεί

1=σύνδεση μαθηματικών με την επιστήμη 2=σύνδεση μαθηματικών και τεχνολογίας με την επιστήμη 3=σύνδεση μαθηματικών, τεχνολογίας και μηχανικής με την επιστήμη 4= σύνδεση οποιωνδήποτε σχολικών μαθημάτων με την επιστήμη.

Γ) Ποια είναι η γνώμη σας για την εκπαίδευση μέσω STEM;

Ακολουθούν μια σειρά από δηλώσεις (1-7). Σημείωσε το βαθμό, στον οποίο η κάθε δήλωσή σας βρίσκεται σύμφωνος και σε ποιο βαθμό, σύμφωνα με την ακόλουθη κλίμακα:

Διαφωνώ απόλυτα 1.....2.....3.....4.....5.....6.....7 Συμφωνώ απόλυτα

ΔΗΛΩΣΗ								
Αντιλήψεις για τα STEM (STEM Perceptions)		1	2	3	4	5	6	7
1.	Η εκπαίδευση STEM έχει σχέση με αυτό που βιώνουμε στον πραγματικό κόσμο							
2.	Τα STEM έχουν θετικό αντίκτυπο στην κριτική σκέψη							
3.	Τα STEM έχουν θετικό αντίκτυπο στις δεξιότητες λήψης αποφάσεων							
4.	Τα STEM βελτιώνουν τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων.							
5.	Η εκπαίδευση μέσω STEM αποτελεί εκπαίδευση που εστιάζει στο τελικό προϊόν							
6.	Η ταυτόχρονη διδασκαλία διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων μέσω STEM ενισχύει περισσότερο τη μάθηση των STEM, σε σχέση με τη διδασκαλία γνωστικών αντικειμένων ξεχωριστά							
7.	Η εκπαίδευση STEM αποτελεί μια σύνδεση μεταξύ μαθημάτων μέσα σε ένα αυθεντικό πλαίσιο για την ενίσχυση της μάθησης των μαθητών.							

Δ) Απαντήστε στις δηλώσεις (8-42) σχετικά με τον τρόπο εφαρμογής του STEM στο σχολείο σας. Σημειώστε το βαθμό, στον οποίο η κάθε δήλωση σας βρίσκει σύμφωνους και σε ποιο βαθμό, σύμφωνα με την ακόλουθη κλίμακα:

Διαφωνώ απόλυτα 1.....2.....3.....4.....5.....6.....7 Συμφωνώ απόλυτα.

ΔΗΛΩΣΗ								
Ενσωμάτωση (Integration)		1	2	3	4	5	6	7
8.	Η τεχνολογία και η μηχανική παρουσιάζονται στα μαθήματα STEM.							
9.	Τα γνωστικά αντικείμενα STEM διδάσκονται στο ίδιο μάθημα (ολοκληρωμένη διεπιστημονικότητα)							
10.	Οι μαθητές μαθαίνουν έννοιες που διαπερνούν τα γνωστικά αντικείμενα.							
11.	Οι δραστηριότητες STEM μπορεί να συντελέσουν στην ενσωμάτωση της επιστήμης στα υπόλοιπα σχολικά μαθήματα.							
12.	Στους μαθητές παρέχονται διεπιστημονικές προοπτικές των θεμάτων.							
13.	Στα μαθήματα STEM οι οδηγίες που παρέχονται είναι ολοκληρωμένες.							
14.	Οι Φυσικές Επιστήμες, τα Μαθηματικά, η Τεχνολογία και η μηχανική είναι τα μόνα μαθήματα που μπορούν να διδαχθούν μαζί.							

ΔΗΛΩΣΗ								
Μηχανική και Σχεδιασμός (Engineering and Design)		1	2	3	4	5	6	7
15.	Οι έννοιες της μηχανικής αποτελούν στοιχείο στη STEM διδασκαλία μου.							
16.	Οι μαθητές συλλέγουν πληροφορίες που σχετίζονται με διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα.							
17.	Οι μαθητές θέτουν και βελτιώνουν διερευνητικές ερωτήσεις που σχετίζονται με το σχεδιασμό του μαθήματος.							
18.	Οι μαθητές εφαρμόζουν έννοιες, οι οποίες είναι βασισμένες στην κεντρική ιδέα του σχεδιασμού του μαθήματος.							
19.	Οι μαθητές παράγουν πρότυπα έργα σε κάθε δραστηριότητα.							
20.	Οι μαθητές δοκιμάζουν, αναθεωρούν και βελτιώνουν το πρότυπο που δημιούργησαν.							
21.	Όλοι οι μαθητές οφείλουν να δημιουργήσουν το ίδιο σχέδιο.							

ΔΗΛΩΣΗ								
Συνεργασία (Collaboration)		1	2	3	4	5	6	7
22.	Οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν STEM μοιράζονται γνώσεις, ώστε να προωθηθεί η εξέλιξη της διδασκαλίας STEM.							
23.	Οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν STEM μοιράζονται πόρους, οι οποίοι συντελούν στη διαχείριση της διδασκαλίας STEM.							

24.	Οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουνSTEM επικοινωνούν μεταξύ τους τις ιδέες διδασκαλίας STEM.							
25.	Οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουνSTEM συζητούν μεταξύ τους τις διάφορες προσαρμογές και τροποποιήσεις που χρειάστηκε να εφαρμόσουν στη δική τους τάξη.							
26.	Υπάρχει συνεχής εκπαίδευση/ επιμόρφωση για τους εκπαιδευτικούς, σχετικά με τον τρόπο διδασκαλίας του STEM.							
27.	Οι μαθητές συζητούν και διαπραγματεύονται με τους συμμαθητές τους τις λύσεις των εργασιών τους.							
28.	Οι μαθητές βελτιώνουν τις επικοινωνιακές τους δεξιότητες, ενώ ασχολούνται με την STEM εργασία τους.							

ΔΗΛΩΣΗ								
Συνεργασία (Collaboration)		1	2	3	4	5	6	7
29.	Η μάθηση με βάση την επίλυση προβλημάτων είναι ένα σημαντικό στοιχείο της διδασκαλίας STEM.							
30.	Καθοδηγώ τους μαθητές μου να αναπτύξουν διεπιστημονικές απόψεις για το εκάστοτε πρόβλημα.							
31.	Οι μαθητές μπορούν να προσδιορίσουν το πρόβλημα και τι χρειάζονται για να το λύσουν.							
32.	Οι μαθητές ερευνούν και συλλέγουν πληροφορίες από διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα για να επιλύσουν το εκάστοτε πρόβλημα.							
33.	Οι μαθητές αναπτύσσουν πιθανές λύσεις που στηρίζονται σε στοιχεία.							
34.	Οι μαθητές μοιράζονται, επικοινωνούν και βελτιώνουν τις λύσεις τους.							
35.	Οι εργασίες που βασίζονται στην επίλυση προβλημάτων προκαλούν τους μαθητές να σκέφτονται κριτικά..							

ΔΗΛΩΣΗ								
Παιδαγωγικό περιεχόμενο (Pedagogical content)		1	2	3	4	5	6	7
36.	Οι βασικές έννοιες των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών δεν είναι απαραίτητες κατά τη διδασκαλία STEM.							
37.	Η διδασκαλία περιεχομένου φυσικών επιστημών και μαθηματικών είναι αρκετή για να προσφέρει επιτυχημένη διδασκαλία STEM.							
38.	Προάγω ερευνητικές δεξιότητες στις τάξεις μου, θέτοντας ερωτήματα, τα οποία διερευνούνται από τους μαθητές.							
39.	Οι μαθητές παρουσιάζουν τα αποτελέσματα και τα εφαρμόζουν σε διερευνητικές οδηγίες.							
40.	Η επιστημονική βιβλιογραφία είναι εξασφαλισμένη πριν από την ανάθεση οποιασδήποτε εργασίας							
41.	Η επιστημονική βιβλιογραφία προάγει τη γνώση και τις δεξιότητες για προσωπικές και κοινωνικές αποφάσεις.							
42.	Η διαδικασία της διερεύνησης στις φυσικές επιστήμες παρέχει περισσότερα ερωτήματα και απαιτεί υψηλότερες δεξιότητες σκέψης.							

Σας ευχαριστούμε για τη συμμετοχή σας!