



Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«ΝΕΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗΣ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Της Σταματάρου Σταυρούλας

A.M.: 4272020036

ΘΕΜΑ: «Συγκριτική ανάλυση διεπιστημονικών Προγραμμάτων Σπουδών Υπολογιστικής Σκέψης και STEAM για την προσχολική εκπαίδευση και τις πρώτες τάξεις του Δημοτικού»

Ελληνικά

ΘΕΜΑ: «Comparative analysis of interdisciplinary Curricula Computational Thinking and STEAM for pre-school education and the first grades of Primary school»

Αγγλικά

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Φεσάκης Γεώργιος	Καθηγητής Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ	Πανεπιστημίου Αιγαίου	ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
Τσιγάρος Θεολόγος	Μέλος ΕΔΙΠ Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ	Πανεπιστημίου Αιγαίου	ΜΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ
Ράπτης Νικόλαος	Επ. Καθηγητής Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ	Πανεπιστημίου Αιγαίου	ΜΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Η έγκριση της παρούσης Μεταπτυχιακής-Διπλωματικής Εργασίας από το Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού της Σχολής Ανθρωπιστικών Σπουδών του Παν/μίου Αιγαίου δεν υποδηλώνει την αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/1932 άρθρο 202 § 2)

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου, της Σχολής Ανθρωπιστικών Επιστημών, του Τμήματος Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού και συγκεκριμένα στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Νέες Μορφές Εκπαίδευσης και Μάθησης».

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά, για την απρόσκοπτη και συνεχή υποστήριξη του, τον καθηγητή μου και επιβλέποντα την παρούσα διπλωματική εργασία κο Γεώργιο Φεσάκη, Καθηγητή του Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ. του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Η συνεργασία μας ήταν άρτια, καθώς με την επιστημονική και συμβουλευτική καθοδήγηση που μου προσέφερε, συνέβαλε σημαντικά στην ολοκλήρωση της εργασίας μου καθόλη τη διάρκεια της διεξαγωγής της με εύστοχες και εποικοδομητικές παρατηρήσεις.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για τη συμπαράσταση και την κατανόηση που επέδειξαν σε όλη τη διαδρομή.

Περίληψη

Η παρούσα βιβλιογραφική μελέτη στοχεύει στη μελέτη επιλεγμένων διεπιστημονικών προγράμματα σπουδών, από διάφορες χώρες του κόσμου (Αυστραλία, Σουηδία, Νότια Κορέα, Καναδάς), όπου εντάσσεται η Υπολογιστική Σκέψης και η προσέγγιση STEAM και απευθύνονται σε μαθητές προσχολικής ηλικίας καθώς και σε μαθητές των πρώτων τάξεων του δημοτικού σχολείου. Παράλληλα, επιχειρείται η διερεύνηση του τοπίου στον ελλαδικό χώρο, εξετάζοντας τα νέα αναλυτικά προγράμματα σπουδών καθώς και τα εργαστήρια δεξιοτήτων που εντάχθηκαν στα προγράμματα σπουδών κατά την τρέχουσα σχολική χρονιά (2021-2022).

Ακολουθεί προσπάθεια σύγκρισης των παραπάνω προγραμμάτων σπουδών σε ότι έχει να κάνει με την εκπαίδευση STEAM, η οποία καταδύκνει την ύπαρξη διαφοροποιήσεων αλλά και αρκετών κοινών στοιχείων. Το βασικότερο έχει να κάνει πως στις υπόλοιπες χώρες έχουν ξεκινήσει και υλοποιούνται οργανωμένες πρωτοβουλίες εδώ και σχεδόν μία δεκαετία, δίνοντας ιδιαίτερα μεγάλη σημασία στην ενασχόληση των μαθητών και μαθητριών τόσο με θέματα τεχνολογίας όσο και με την επαφή με τις τέχνες, σε αντίθεση με τη χώρα μας όπου βρισκόμαστε, ακόμη, σε αρχικό στάδιο.

Βασική μέθοδο που συναντάμε σε όλες τις προσεγγίσεις STEAM έχει να κάνει με την εμπλοκή όλων των μαθημάτων στην εκπαίδευση STEAM, με την ακολουθούμενη προσέγγιση να διαφέρει σε επιμέρους σημεία μεταξύ των χωρών. Από την άλλη, η Σουηδία και η Νότια Κορέα δίνουν το μεγαλύτερο βάρος, σε σχέση με τις άλλες χώρες, αναφορικά με την παροχή του κατάλληλου υλικού και εξοπλισμού. Τέλος, σε όλα τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών συναντάμε την ανάγκη επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών, όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης και όλων των ειδικοτήτων, προκειμένου να υποστηρίξουν σωστά την όλη προσπάθεια.

Λέξεις – Κλειδιά: πρόγραμμα σπουδών, εκπαίδευση STEAM, υπολογιστική σκέψη, πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Τίτλος (Αγγλικά): Comparative analysis of interdisciplinary Curricula Computational Thinking and STEAM for pre-school education and the first grades of primary school

Abstract

This bibliographic study aims at the study of selected interdisciplinary study programs, from different countries of the world (Australia, Sweden, South Korea, Canada), which includes the Computational Thinking and STEAM approach and is addressed to preschool students as well as pre-school students. of primary school. At the same time, the landscape is being explored in Greece, examining the new curricula as well as the skills workshops that were included in the curricula during the current school year (2021-2022).

The following is an attempt to compare the above curricula in what has to do with STEAM education, which demonstrates the existence of differences but also several common elements. The main thing is that in other countries organized initiatives have been started and implemented for almost a decade, giving great importance to the involvement of students in both technology and contact with the arts, in contrast to our country. where we are still in the early stages.

A basic method that we find in all STEAM approaches has to do with the involvement of all courses in STEAM education, with the approach followed differing in individual points between countries. On the other hand, Sweden and South Korea give the most weight, compared to other countries, in terms of providing the appropriate material and equipment. Finally, in all curricula we meet the need for teacher training, of all levels of education and all specialties, in order to properly support the whole effort.

Keywords: curriculum, STEAM education, computational thinking, primary education.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	4
Περίληψη	5
Abstract	6
Συνοτομογραφίες & Ακρωνύμια	11
Εισαγωγή	12
Κεφάλαιο 1 ^ο : Διεπιστημονική Προσέγγιση των Προγραμμάτων Σπουδών	13
1.1. Η Έννοια της Διεπιστημονικής Προσέγγισης στην Εκπαίδευση	13
1.2. Η Διεπιστημονικότητα στην Εκπαίδευση STEAM	15
1.3. Η Επιστημολογία του STEAM	18
1.4. Υπολογιστική Σκέψη και Διεπιστημονικότητα	19
Κεφάλαιο 2 ^ο : Υπολογιστική Σκέψη και STEAM	21
2.1. Ορισμός της Υπολογιστικής Σκέψης	21
2.2. Πλεονεκτήματα και Οφέλη της Υπολογιστικής Σκέψης	23
2.3. Προϋποθέσεις Εφαρμογής της Υπολογιστικής Σκέψης	24
2.4. Η Υπολογιστική Σκέψη στην Εκπαίδευση	24
2.5. Η Προσέγγιση STEAM	26
2.6. Η Εκπαίδευση STEAM	28
2.6.1. Σκοπός της STEAM	28
2.6.2. Προϋποθέσεις Εφαρμογής της Εκπαίδευσης STEAM	28
2.6.3. Πλεονεκτήματα της STEAM	29
2.7. Η Εισαγωγή του STEAM στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση	30
Κεφάλαιο 3 ^ο : Τα Προγράμματα Σπουδών για την Κ-12	32
3.1. Η Έννοια του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών	32
3.2. Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών STEAM ανά τον Κόσμο	34
3.2.1. Νέα Προγράμματα Σπουδών στην Ελλάδα	34
3.2.1.1. <i>Νέα Προγράμματα Σπουδών στην Προσχολική Εκπαίδευση</i>	34
3.2.1.2. <i>Νέα Προγράμματα Σπουδών στο Δημοτικό Σχολείο</i>	37
3.2.1.3. <i>Τα Εργαστήρια Δεξιοτήτων</i>	39
3.2.1.4. <i>Η Υπολογιστική Σκέψη και η Εκπαίδευση STEAM στα Νέα Προγράμματα Σπουδών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης</i>	43
3.2.2. Η Εκπαίδευση STEAM στο Αυστραλιανό Πρόγραμμα Σπουδών	45
3.2.2.1. <i>Προγράμματα και Συμπράξεις στην Εκπαίδευση STEAM στην Αυστραλία</i>	45

3.2.2.2.	<i>Στρατηγική Αυστραλιανής Σχολικής Εκπαίδευσης STEAM 2016-2026</i>	46
3.2.2.3.	<i>Πολιτικές STEAM της Αυστραλιανής Κυβέρνησης</i>	46
3.2.2.4.	<i>Ειδικά Σχολεία στην Αυστραλία για Εκπαίδευση STEAM</i>	47
3.2.2.5.	<i>Αναθεωρημένο Πρόγραμμα Σπουδών για Εκπαίδευση STEAM</i>	48
3.2.3.	Η Εκπαίδευση STEAM στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στη Σουηδία	48
3.2.3.1.	<i>Εκπαιδευτικά Προγράμματα Προγραμματισμού, Ρομποτικής και Δεξιοτήτων STEM για Εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στη Σουηδία</i>	49
3.2.3.2.	<i>Αναθεωρημένο Πρόγραμμα Σπουδών της Σουηδίας</i>	49
3.2.3.3.	<i>Οι Τέχνες στο ΑΠΣ της Σουηδίας</i>	51
3.2.3.4.	<i>Η Τεχνολογία στο ΑΠΣ της Σουηδίας</i>	52
3.2.4.	Η Εκπαίδευση STEAM στο Πρόγραμμα Σπουδών της Νότιας Κορέας	54
3.2.4.1.	<i>Το Περιεχόμενο της Ενσωματωμένης Προσέγγισης STEAM στη Νότια Κορέα</i>	56
3.2.4.2.	<i>Πρωτοβουλία Μεταρρύθμισης της Εκπαίδευσης STEAM στη Νότια Κορέα</i>	57
3.2.4.3.	<i>Ανάπτυξη Προγράμματος Σπουδών STEAM στη Νότια Κορέα</i>	57
3.2.4.4.	<i>Στόχοι της Εκπαίδευσης STEAM στην Νότια Κορέα</i>	58
3.2.4.5.	<i>Η Εκπαίδευση STEAM στη Νότια Κορέα (2011 - σήμερα)</i>	59
3.2.5.	Η Εκπαίδευση STEAM στο Πρόγραμμα Σπουδών του Καναδά	60
3.2.5.1.	<i>Ένα Ολοκληρωμένο Πρόγραμμα Σπουδών για την Εκπαίδευση STEAM</i>	60
3.2.5.2.	<i>Στρατηγική K-12 STEAM της TDSB: Όραμα και Στόχοι</i>	62
3.2.5.3.	<i>Αξιολόγηση σε Παιδαγωγικά Μοντέλα STEAM στον Καναδά</i>	63
	Κεφάλαιο 4 ^ο : Ανασκόπηση Ερευνών για τα Προγράμματα Σπουδών της Υπολογιστικής Σκέψης και του STEAM	65
4.1.	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση Ερευνών για την Υπολογιστική Σκέψη	65
4.2.	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση Ερευνών για την Προσέγγιση STEAM	70
	Κεφάλαιο 5 ^ο : Προβληματική και Μεθοδολογία	75
5.1.	Προβληματική της Έρευνας	75
5.2.	Σκοπός της Έρευνας	75
5.3.	Μεθοδολογία της Έρευνας	75
5.4.	Αναμενόμενα Αποτελέσματα	76
	Κεφάλαιο 6 ^ο : Σύγκριση των Προγραμμάτων Σπουδών των Χωρών	77
6.1.	Εφαρμογή της Προσέγγισης STEAM στα ΑΠΣ	77
6.2.	Σχετικά με το Περιεχόμενο της Προσέγγισης STEAM στα ΑΠΣ	78
6.3.	Στοχοθεσία των ΑΠΣ και Προσέγγιση STEAM	79
6.4.	Μέθοδοι Ένταξης της Προσέγγισης STEAM στα ΑΠΣ	81
6.5.	Προσεγγίσεις Ένταξης της Προσέγγισης STEAM στα ΑΠΣ	83

6.6.	Απαιτούμενο Υλικό για την Ένταξη της Προσέγγισης STEAM στα ΑΠΣ	84
6.7.	Απαιτήσεις Ένταξης της Προσέγγισης STEAM στα ΑΠΣ	85
	Κεφάλαιο 7 ^ο : Σύνοψη – Συζήτηση – Προτάσεις	88
	Βιβλιογραφία	90
	Ελληνόγλωσση	90
	Ξενόγλωσση	92

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Διδακτικοί στόχοι γνωστικών αντικειμένων κατά τη διδασκαλία μέσω STEAM16	
Πίνακας 2: Κατεύθυνση αναδιοργάνωσης μαθήματος STEAM.....	55
Πίνακας 3: Έρευνες και ζητήματα	74

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Οι κύκλοι στοχοθεσίας των δεξιοτήτων	43
---	----

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

ΑΠΣ	Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών
Η/Υ	Ηλεκτρονικός Υπολογιστής
ΘΕ	Θεματική Ενότητα
ΘΠ	Θεματικό Πεδίο
ΠΣ	Πρόγραμμα Σπουδών
ΥΣ	Υπολογιστική Σκέψη
STEAM	Science Technology Engineering Arts & Maths

Εισαγωγή

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα επιχειρηθούν να μελετηθούν επιλεγμένα διεπιστημονικά Προγράμματα Σπουδών (ΠΣ) Υπολογιστικής Σκέψης (ΥΣ) και STEAM στον άξονα της προσχολικής ηλικίας και εκπαίδευσης, καθώς και στις πρώτες τάξεις του δημοτικού σχολείου. Η επιστημολογική και ιστορική προσέγγιση της ΥΣ εγκολπώνεται και εντάσσεται όχι μόνο στον ευρύτερο τομέα της Πληροφορικής και των Ψηφιακών Τεχνολογιών αλλά βρίσκεται και σε άμεση αλληλεπίδραση και συσχέτιση με τομείς άλλων επιστημών.

Σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία η καλλιέργεια και η αξιοποίηση της ικανότητας της ΥΣ αποτελεί ένα πολυδιάστατο ζήτημα με διαχρονικό χαρακτήρα. Η ΥΣ εκτιμάται ως μία μέθοδος που αλληλεπιδρά με τις Υπολογιστικές Επιστήμες. Οι προεκτάσεις που λαμβάνει διερευνώνται και αξιοποιούνται για την επίλυση ζητημάτων τόσο σε επιστημονικό πεδίο όσο και στην καθημερινή εφαρμογή τους. Με τον τρόπο αυτό παρέχεται η δυνατότητα περαιτέρω διερεύνησης νέων, καινοτόμων προσεγγίσεων, στρατηγικών και τεχνικών για την επίλυση ζητημάτων με την αξιοποίηση του Η/Υ ως ένα εργαλείο με πρακτικές εφαρμογές της Πληροφορικής για τη διεπιστημονική προσέγγιση των προβλημάτων που προκύπτουν στο εκάστοτε γνωστικό αντικείμενο της εκπαιδευτικής πράξης. Ως επακόλουθο, αυτή η αξιοποίηση μέσα από τη συγκριτική ανάλυση των περιεχομένων επιλεγμένων ΠΣ ΥΣ (Καναδά, Αυστραλίας, Ν. Κορέας, Σουηδίας) προσδοκά να οδηγήσει στη χαρτογράφηση των ΠΣ τόσο της χώρας μας όσο και σε διεθνές επίπεδο για την υιοθέτηση αρχών και βελτιωτικών προτάσεων εφαρμογής και σχεδιασμού τους.

Κεφάλαιο 1^ο: Διεπιστημονική Προσέγγιση των Προγραμμάτων Σπουδών

1.1. Η Έννοια της Διεπιστημονικής Προσέγγισης στην Εκπαίδευση

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχει κάνει την εμφάνισή της μία νέα διδακτική προσέγγιση, η λεγόμενη διεπιστημονική προσέγγιση, η οποία αντιμετωπίζει τη διδακτέα γνώση όχι σε αυστηρά διακριτά πλαίσια επιστημών αλλά ως μία αδιάσπαστη «ολότητα».

Σκοπός της διεπιστημονικής προσέγγισης είναι η διαχείριση, εκ μέρους των μαθητών, σύνθετων θεμάτων που προέρχονται από διάφορους επιστημονικούς κλάδους, ακολουθώντας συγκεκριμένη διδακτική μεθοδολογία. Κατά τη διεπιστημονική προσέγγιση ο σχεδιασμός ξεκινά από την αναγνώριση των χαρακτηριστικών των διαφορετικών μαθημάτων, καθώς και των γνώσεων και δεξιοτήτων, που πρέπει να κατακτηθούν από τους μαθητές.

Η διεπιστημονική προσέγγιση συντελεί στην αποκατάσταση της σφαιρικότητας του προβλήματος, όχι απλά ως συσσώρευση των διαφορετικών οπτικών, αλλά ως ενσωμάτωση των διαφόρων επιστημονικών οπτικών στη συγκρότηση ενός κοινού εργαλείου που βοηθά στη μελέτη και διερεύνηση του θέματος συνολικά. Συνεπώς, σύμφωνα με τον Hubert (1992), η διεπιστημονικότητα είναι η συνεργασία των διαφόρων επιστημονικών κλάδων μέσα από ένα σύστημα αλληλεπίδρασης, ανταλλαγής ιδεών και διαλόγου, κάτι που επιτρέπει στις επιστήμες να συμμετέχουν, με σκοπό την ολόπλευρη σφαιρική και πλήρη μελέτη ενός θέματος. Επιπρόσθετα, ο Θεοφιλίδης (2002) υποστηρίζει πως: *«Η διαθεματική προσέγγιση καταργεί τα σύνορα μεταξύ των μαθημάτων ως αυτοτελών κλάδων διδασκαλίας και ενοποιεί το περιεχόμενο της διδασκαλίας με μια ολόπλευρη εξέταση φαινομένων και προβλημάτων της ζωής»*.

Η διδασκαλία που ακολουθεί τη διεπιστημονική προσέγγιση απαιτεί συγκεκριμένες τεχνικές από τη μεριά του εκπαιδευτικού, ο οποίος θα πρέπει να συνδέσει τα επιμέρους ζητήματα σε μια ολότητα, όχι ως ένα απλό άθροισμα, αλλά ως ένα σύνολο που θα διαθέτει λειτουργικότητα. Παρατηρούμε, λοιπόν, ότι η διδασκαλία κατά τη διεπιστημονική προσέγγιση ακολουθεί έναν τέτοιο τρόπο, όπου δύο ή περισσότερες επιστήμες εκφράζονται μέσω διασύνδεσης όπου η κάθε επιστήμη φέρνει το δικό της λεξιλόγιο, τη δική της προσέγγιση και τη δική της διαδικασία. Κάτι τέτοιο δείχνει την

ανάγκη για μια ευρύτητα αντιλήψεων και για την ανάπτυξη ενός πνεύματος συνεργασίας μεταξύ των εμπλεκόμενων εκπαιδευτικών.

Σύμφωνα με όσα αναφέρει ο Ματσαγγούρας (2006), η διεπιστημονική προσέγγιση λειτουργεί κυρίως ως μαθητοκεντρική προσέγγιση, ενώ σχετίζεται με την ενεργό μάθηση, με το μαθητή να μπορεί να επιλέξει τα θέματα με τα οποία επιθυμεί να ασχοληθεί. Επιπλέον, η διεπιστημονική προσέγγιση βασίζεται κυρίως σε ομαδοσυνεργατικές μεθόδους διδασκαλίας, στη διερευνητική και στη βιωματική μάθηση, που αποτελούν βασικά χαρακτηριστικά της εποικοδομιστικής προσέγγισης.

Η ένταξη όλων των γνωστικών αντικειμένων στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (ΑΠΣ) σε αρκετές περιπτώσεις δημιουργεί προβλήματα, συνεπώς θα πρέπει να βρεθούν νέοι τρόποι πρόσληψης της γνώσης που θα αξιοποιούν τις δεξιότητες, τις ικανότητες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών. Βέβαια, αυτό δε σημαίνει ότι θα πρέπει να καταργηθεί η παραδοσιακή μάθηση ή να υποβιβαστεί η επιστημονικότητα κάποιου κλάδου. Η διεπιστημονική προσέγγιση μπορεί να δράσει ενισχυτικά μέσα σε ένα πλαίσιο δράσης όπου αξιοποιούνται παράλληλα και οι κλασικές μέθοδοι διδασκαλίας, δίνοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να διευρύνουν το πεδίο γνώσης τους και να αποκτήσουν σφαιρικότερη αντίληψη του θέματος.

Η διεπιστημονικότητα διακρίνεται από μια φιλοσοφία διαφορετική από τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας. Έτσι, οι μαθητές, μπορούν να αξιοποιήσουν σε σημαντικό βαθμό την πρότερη γνώση τους που προέρχεται από τα μαθήματα που έχουν διδαχθεί και την οποία μπορούν να συμπληρώσουν ή να διευκρινίσουν. Ακολουθώντας, επομένως, τη διεπιστημονική προσέγγιση που συνιστά, όπως καταλαβαίνουμε, μια περισσότερο ολιστική προσέγγιση, οι μαθητές θα μπορέσουν να αντιληφθούν καλύτερα την ύπαρξη των θετικών και των κοινωνικών επιστημών, κατανοώντας και οικοδομώντας ευκολότερα τη νέα γνώση μέσα από περισσότερο βιωματικές προσεγγίσεις.

Επιπλέον, στον αρχικό σχεδιασμό του διεπιστημονικού θέματος μπορούν να τεθούν, εκτός των γνωστικών στόχων, και στόχοι οι οποίοι σχετίζονται με δεξιότητες επικοινωνίας, συνεργασίας και ενίσχυσης της προσωπικότητας μέσω της δημιουργίας θετικής αυτό-εικόνας, αυτοαντίληψης, κ.λπ. (Μπουρδή, 2007).

Η βασικότερη μεθοδολογική λύση για τη διεπιστημονική αλλά και διαθεματική προσέγγιση της γνώσης είναι τα σχέδια εργασίας (projects). Τα σχέδια εργασίας συμβάλλουν στην υλοποίηση της διεπιστημονικότητας, μιας και διευκολύνουν τη βιωματική προσέγγιση της γνώσης, μέσα από τη διερεύνηση ζητημάτων και

προβλημάτων τα οποία επιλέγονται από τους μαθητές σε συνεργασία πάντα με τους εκπαιδευτικούς της τάξης.

Η διεπιστημονική προσέγγιση προσφέρει μια σειρά από οφέλη για τους μαθητές, τα οποία μπορούν να συνοψιστούν στα ακόλουθα (Ιωάννου, 2016):

- ❖ Ανάπτυξη κριτικής σκέψης
- ❖ Συνδυασμό γνώσεων και εμπειριών
- ❖ Διάχυση γνώσεων προς άλλα μαθήματα
- ❖ Σύνδεση επιστημονικών πεδίων
- ❖ Προσέλκυση του ενδιαφέροντος των μαθητών
- ❖ Δημιουργία ερεθισμάτων και οικοδόμηση της νέας γνώσης
- ❖ Ανάπτυξη ποικίλων κοινωνικών ικανοτήτων
- ❖ Ανακάλυψη των δεξιοτήτων των μαθητών
- ❖ Αυτοαξιολόγηση
- ❖ Δια βίου μάθηση

1.2. Η Διεπιστημονικότητα στην Εκπαίδευση STEAM

Τα τελευταία χρόνια, η εκπαίδευση STEAM έχει εισέλθει δυναμικά στο χώρο της εκπαίδευσης και ειδικότερα της πρωτοβάθμιας, με απώτερο στόχο οι μαθητές να έρθουν σε επαφή με τις διάφορες επιστήμες μέσα από έναν παιγνιώδη τρόπο. Η ενσωμάτωση του STEAM στην εκπαιδευτική διαδικασία εντοπίζεται μέσα από την προσπάθεια των εκπαιδευτικών να μετατρέψουν τη διδασκαλία σε μία περισσότερο ενδιαφέρουσα διαδικασία και εμπειρία για τους μαθητές τους. Οι μαθητές, συνήθως, δυσκολεύονται να κατανοήσουν έννοιες των επιστημών, κι αυτό διότι τις διδάσκονται κατά βάση σε θεωρητικό επίπεδο. Το κενό αυτό έρχεται να καλύψει η εκπαίδευση STEAM, μέσα από μία διεπιστημονική προσέγγιση που περιορίζει τις δυσκολίες και τους περιορισμούς που θέτει η διδασκαλία των διαφόρων θεωρητικών εννοιών του ΑΠΣ.

Κύριος στόχος του STEAM είναι τα μαθήματα των φυσικών επιστημών και των μαθηματικών να διδάσκονται με την ενσωμάτωση της τεχνολογίας και της εφαρμοσμένης μηχανολογίας. Η παραπάνω προσέγγιση επιτρέπει στους μαθητές να γίνουν περισσότερο δημιουργικοί, καθώς ενισχύεται σημαντικά η φαντασία τους, αποκτώντας σε βάθος χρόνου μια περισσότερο κριτική σκέψη, ενώ παράλληλα

εμπλέκονται σε παιγνιώδεις δραστηριότητες που σχετίζονται με την επιστήμη, τα μαθηματικά, τη μηχανική και την τεχνολογία. Επιπλέον, οι μαθητές επιλύουν προβλήματα διαθεματικά μέσω συνθετικών δραστηριοτήτων (projects) που αφορούν διάφορους τομείς της καθημερινής τους ζωής (Bray, 2010).

Οι εκπαιδευτικοί στην εκπαίδευση μέσω STEAM καθοδηγούν τους μαθητές, εφαρμόζοντας σε μεγάλο βαθμό τη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων και κάνοντας χρήση σχεδίων μαθημάτων. Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές είναι σε θέση να εφαρμόζουν τα μαθηματικά, τις φυσικές επιστήμες, τις ψηφιακές τεχνολογίες και τη μηχανική στην επίλυση πραγματικών καταστάσεων στην καθημερινή τους ζωή. Η εκπαίδευση μέσω STEAM στοχεύει επομένως στην προετοιμασία των μαθητών προκειμένου να μπορούν να ανταποκριθούν αποτελεσματικά στις αυξημένες ανάγκες του 21^{ου} αιώνα, καθιστώντας τους τόσο τεχνολογικά όσο και επιστημονικά εγγράμματος.

Πιο συγκεκριμένα, ο μαθητής, κατά τη διδασκαλία μέσω STEAM, καλείται να πετύχει στόχους σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα όπως είναι τα μαθηματικά, οι φυσικές επιστήμες, η τεχνολογία και η εφαρμοσμένη μηχανική, οι οποίοι παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) (Bray, 2010):

Πίνακας 1: Διδακτικοί στόχοι γνωστικών αντικειμένων κατά τη διδασκαλία μέσω STEAM

Τεχνολογία και Εφαρμοσμένη Μηχανική	Φυσικές Επιστήμες	Μαθηματικά
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Να προτείνει λύσεις σε πραγματικές ανάγκες, <input type="checkbox"/> Να επιλέξει τα κατάλληλα υλικά και τις κατάλληλες διαδικασίες, <input type="checkbox"/> Να σχεδιάσει, να κατασκευάσει, να δοκιμάσει και αν χρειαστεί, <input type="checkbox"/> Να τροποποιήσει, να ερευνήσει συστήματα, να υποσυστήματα και συστήματα ασφάλειας και ελέγχου, <input type="checkbox"/> Να χρησιμοποιήσει οδηγίες σε δύο διαστάσεις και να κατασκευάσει πρωτότυπα τριών διαστάσεων δουλεύοντας συνεταιρικά σε ομάδες. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Να ερευνά, να συλλέγει δεδομένα, <input type="checkbox"/> Να κατανοεί τον τρόπο αποθήκευσης και μεταφοράς της ενέργειας, <input type="checkbox"/> Να κατανοεί τη δύναμη, την ταχύτητα, την επίδραση της τριβής, τις απλές μηχανές, τον τρόπο βαθμονόμησης των οργάνων και ανάγνωσης των κλιμάκων τους, <input type="checkbox"/> Να ακολουθεί την επιστημονική μεθοδολογία, <input type="checkbox"/> Να ερευνά συγκροτημένα και στοχευμένα, <input type="checkbox"/> Να προβλέπει και να μετρά, <input type="checkbox"/> Να αντιπαραβάλλει στοιχεία, <input type="checkbox"/> Να συνάγει συμπεράσματα. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Να χρησιμοποιεί τα μαθηματικά στην επιστήμη και την τεχνολογία για την μέτρηση της απόστασης, του χρόνου, της ταχύτητας και του βάρους (μάζας), <input type="checkbox"/> Να κατανοεί τις έννοιες της ακρίβειας στις κλίμακες βαθμολόγησης και ανάγνωσης, <input type="checkbox"/> Να ταξινομεί σε πίνακα τα δεδομένα, <input type="checkbox"/> Να ανακαλύπτει τις σχέσεις μεταξύ των μεγεθών.

Από όσα αναφέρθηκαν γίνεται αντιληπτό πως η εκπαίδευση STEAM συνιστά έναν αρκετά ευρύ τομέα, ωστόσο στη χώρα μας συνδέεται κυρίως με την εκπαιδευτική ρομποτική, κάτι το οποίο συχνά αποτελεί σημαντικό εμπόδιο για την εκτεταμένη

εφαρμογή της, μιας και το κόστος απόκτησης του απαιτούμενου εξοπλισμού είναι αρκετά σημαντικό. Συνεπώς, θα πρέπει να γίνει κατανοητό πως το STEAM δεν είναι απλώς η εκπαιδευτική ρομποτική. Υπάρχουν πολλοί περισσότεροι τομείς της επιστήμης, των τεχνών και της τεχνολογίας που μπορούν να ενσωματωθούν στην εκπαιδευτική διαδικασία, ανοίγοντας με αυτόν τον τρόπο νέους ορίζοντες για τους μαθητές μας (Γουάλλες, 2021).

Συνεπώς, η προσέγγιση STEAM εστιάζει στην επίλυση αυθεντικών προβληματικών καταστάσεων μέσα από μια διαθεματική προσέγγιση, χρησιμοποιώντας εργαλεία και μεθόδους διαφόρων επιστημονικών τομέων. Επιπρόσθετα, η προσέγγιση STEAM διδάσκει την καινοτομία και επιτρέπει στους μαθητές να εξερευνήσουν καλύτερα και σε μεγαλύτερο βάθος όλα τα μαθήματα του ΠΣ (Καραπάνου & Τζίρου, 2018).

Τα 5 «Ε», που περιγράφονται στη συνέχεια και αφορούν την προσέγγιση STEAM, στηρίζονται σε ευρήματα που έχουν προκύψει μέσα από έρευνες αναφορικά με τον τρόπο που οι μαθητές μαθαίνουν τις επιστήμες. Από τις έρευνες αυτές έχει προκύψει πως οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα όταν οι ίδιοι έχουν τη δυνατότητα να εμπλακούν ενεργά, ανακαλύπτοντας έννοιες και σχέσεις, χρησιμοποιώντας τόσο τα χέρια τους όσο και το μυαλό τους.

Πιο συγκεκριμένα, οι 5 φάσεις του κύκλου διδασκαλίας, μάθησης και αξιολόγησης είναι οι εξής (Bybee, 2009. Καραπάνου & Τζίρου, 2018):

A) Ενίσχυση - Εμπλοκή: Η πρώτη φάση συνιστά την αφετηρία της όλης διαδικασίας, όπου εδώ γίνεται η σύνδεση των σχετικών εμπειριών. Επιπλέον, γίνεται νοητική εμπλοκή των μαθητών με τις διαδικασίες και τις δεξιότητες που πρέπει να μάθουν.

B) Εξερεύνηση: Κατά τη δεύτερη φάση γίνεται ενεργητική εξερεύνηση του περιβάλλοντος, καθώς και χειρισμός των διάφορων υλικών, κάτι που προσφέρει πολύτιμες εμπειρίες στους μαθητές.

Γ) Εξήγηση: Στη φάση αυτή παρέχεται η δυνατότητα στους μαθητές να εκφράσουν τις έννοιες που εξερεύνησαν προηγουμένως, καθώς και να παρουσιάσουν τις νέες δεξιότητες που κατέκτησαν. Επίσης, κατά την τρίτη φάση οι εκπαιδευτικοί εισάγουν τους επίσημους ορισμούς.

Δ) Επεξεργασία: Στην τέταρτη φάση, και εφόσον οι μαθητές έχουν κατανοήσει τις έννοιες, προχωρούν στην εξάσκηση των δεξιοτήτων τους.

Ε) Αξιολόγηση: Κατά την τελευταία φάση έχουμε την αξιολόγηση του κύκλου διδασκαλίας τόσο από τους μαθητές όσο και από τους εκπαιδευτικούς.

1.3. Η Επιστημολογία του STEAM

Το STEAM (συχνά το συναντάμε και ως STEM) χαρακτηρίζεται ως μία διεπιστημονική (Interdisciplinarity) προσέγγιση. Ωστόσο, συχνά συναντάται και ο όρος δια-επιστημονικότητα (Transdisciplinarity), χωρίς να είναι ακόμα σαφές ποια από τις δύο έννοιες προσδιορίζει καλύτερα την επιστημολογία του STEAM (Κωνσταντινίδου, 2020).

Σύμφωνα με τον Nissani (1995), *«η διεπιστημονικότητα περιλαμβάνει τον συνδυασμό δύο ή περισσότερων ακαδημαϊκών κλάδων σε μια δραστηριότητα»*. Συνεπώς, αφορά με μια διεπιστημονική περιοχή, στην οποία υπάρχει κατάργηση των ορίων μεταξύ των ακαδημαϊκών κλάδων ή σχολών σκέψης, καθώς προκύπτουν συνεχώς νέες ανάγκες και επαγγέλματα. Συχνά, η διεπιστημονικότητα εφαρμόζεται σε περιπτώσεις όπου οι παραδοσιακοί κλάδοι από μόνοι τους δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα. Επίσης, βρίσκει πεδίο εφαρμογής στην περίπτωση σύνθετων ζητημάτων που απαιτούν τον συνδυασμό γνώσεων από δύο ή περισσότερα πεδία.

Από την άλλη, η δια-επιστημονικότητα αφορά τη δυναμική που προκαλείται άμεσα από τη δράση διαφόρων επιπέδων πραγματικότητας (Nicolescu, 2010). Η δια-επιστημονικότητα θεωρείται απαραίτητη, καθώς οι επιστήμονες μιας "διεπιστημονικής" ομάδας είναι πολύ δύσκολο να έχουν σε βάθος γνώσεις σε περισσότερα από ένα επιστημονικά πεδία που θα τους βοηθήσουν να ολοκληρώσουν τις προσεγγίσεις τους (Ρόκος, χ.χ.) .

Όπως υποστηρίζουν οι Ψυχάρης και Καλοβρέκτης (2018), η επιστημολογία του STEAM στηρίζεται στη δια-επιστημονικότητα ή στη λεγόμενη εγκάρσια διεπιστημονικότητα, δίνοντας ιδιαίτερη βάση στην επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων που σχετίζονται με πραγματικές καταστάσεις, μέσω της αξιοποίησης εργαλείων από διάφορα επιστημονικά πεδία.

Σύμφωνα με τους Mayes και Gallant (2018), η διεπιστημονικότητα του STEAM βασίζεται στις ακόλουθες τέσσερις αρχές:

α) τη διεπιστημονική συμπερίληψη STEAM,

β) τις αυθεντικές στρατηγικές διδασκαλίας,

γ) τη συνεργασία της κοινότητας και

δ) τα συμπεράσματα λογικής.

Επίσης, οι Mayes και Gallant (2018), υποστηρίζουν πως μία προσέγγιση STEAM θεωρείται αυθεντική μόνο στην περίπτωση που περιλαμβάνει τουλάχιστον δύο από τις παραπάνω τέσσερις αναφερθείσες αρχές.

1.4. Υπολογιστική Σκέψη και Διεπιστημονικότητα

Η επιστημονική σημασία της ΥΣ και η διεπιστημονική της διάσταση έχουν υποστηριχθεί ερευνητικά και συναντάται συχνά στη βιβλιογραφία, με τους ερευνητές να έχουν συνδέσει την ανάπτυξη ικανοτήτων ΥΣ με τη διδασκαλία διαφόρων μαθημάτων, όπως είναι τα Μαθηματικά και οι Φυσικές επιστήμες (Barcelos & Silveira, 2012. Weintrop, Beheshti, Horn, Orton, Jona, Trouille, & Wilensky, 2016), η Βιολογία και η Φυσική (Sengupta, Kinnebrew, Basu, Biswas, & Clark, 2013), η Γλώσσα και η Ιστορία (Lee, Martin & Arone, 2014) καθώς και η Πληροφορική (Rodriguez, Kennicutt, Rader, & Camp, 2017). Στα μαθήματα αυτά οι έννοιες και πρακτικές της ΥΣ βρίσκουν σε σημαντικό βαθμό εφαρμογή, καταδεικνύοντας και ενισχύοντας την έννοια της διεπιστημονικότητά της.

Σύμφωνα με τους Leonard, Buss, Gamboa, Mitchell, Fashola, Hubert, & Almughyirah (2016), η ΥΣ φέρεται να αναπτύσσει την αυτεπάρκεια των μαθητών και να βοηθά στη διαμόρφωση μιας θετικής στάσης απέναντι στα Μαθηματικά και γενικότερα την εκπαίδευση STEAM. Η απόκτηση ποικίλων υπολογιστικών εμπειριών μετατρέπει τους μαθητές από απλούς χρήστες σε δημιουργούς υλικού και εφαρμογών, κάτι που τους επιτρέπει να καινοτομήσουν, κάνοντάς τους ικανούς να χρησιμοποιούν υπολογιστικά εργαλεία για τη δημιουργία νέων εργαλείων και τεχνουργημάτων (Lee, Martin & Arone, 2014).

Μέσω της ΥΣ γίνεται αποτελεσματικότερη η διδασκαλία των γνωστικών αντικειμένων που αναφέρθηκαν παραπάνω, ενώ παράλληλα η ΥΣ επιτρέπει τη «μεταφορά ικανοτήτων» μεταξύ των διαφόρων μαθημάτων (Μαθηματικά, Πληροφορική, Φυσικές Επιστήμες, Βιολογία, κ.ά.), προσελκύοντας όλο και περισσότερους μαθητές να

ασχοληθούν με τους τομείς που αφορούν την εκπαίδευση STEAM (Barcelos & Silveira, 2012).

Γίνεται, λοιπόν, ξεκάθαρο πως η σημασία και η αξία της ΥΣ είναι πολύ μεγάλη. Ωστόσο, η βιβλιογραφική ανασκόπηση δείχνει να υπάρχει μια έλλειψη εμπειρικών ερευνών αναφορικά με την ενσωμάτωσή της ΥΣ σε όλο το εύρος της K-12 εκπαίδευσης (Atmatzidou & Demetriadis, 2016). Σύμφωνα με τους Fessakis, Komis, Mavroudi, & Prantsoudi (2018), σε ότι έχει να κάνει με την ΥΣ, η ερευνητική και η εκπαιδευτική κοινότητα ασχολείται με ζητήματα που σχετίζονται με την επιλογή κατάλληλων εκπαιδευτικών προσεγγίσεων, τα διάφορα εργαλεία λογισμικού και την απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή, καθώς και τις κατάλληλες μεθόδους αξιολόγησης.

Στο πλαίσιο αυτό ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον παρουσιάζει ο σχεδιασμός και η αξιολόγηση ενός ολοκληρωμένου ΠΣ αναφορικά με την ενσωμάτωση της ΥΣ στην K-12 εκπαίδευση. Βέβαια, για να είναι αποτελεσματική μία τέτοια προσπάθεια θα πρέπει να συνοδεύεται και από αντίστοιχες προσπάθειες επιμόρφωσης και υποστήριξης των εκπαιδευτικών που θα κληθούν να υλοποιήσουν το όλο πλάνο. Οι ερευνητές τονίζουν ξεκάθαρα πως η προετοιμασία των εκπαιδευτικών είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες επιτυχίας οποιασδήποτε προσπάθειας ένταξης και αξιοποίησης της ΥΣ (Fesakis & Prantsoudi, 2019. Yadav, Mayfield, Zhou, Hambrusch, & Korb, 2014).

Κεφάλαιο 2^ο: Υπολογιστική Σκέψη και STEAM

2.1. Ορισμός της Υπολογιστικής Σκέψης

Ο όρος ΥΣ χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Papert (1980) προκειμένου να περιγράψει το συνδυασμό δεξιοτήτων κριτικής σκέψης με τη δύναμη της υπολογιστικής σκέψης η οποία περιλαμβάνει δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, επικοινωνίας, συνεργασίας, δημιουργικότητας και υπολογισμού.

Η ΥΣ είναι μία διαδικασία σκέψης που χρησιμοποιεί μια αλγοριθμική προσέγγιση ώστε να διατυπώσει, να αναλύσει και να επιλύσει τα όποια προβλήματα. Το ενδιαφέρον για την ένταξη της ΥΣ στην εκπαίδευση είναι πολύ μεγάλο, ωστόσο κάτι τέτοιο δεν έχει συμβεί ακόμη με ξεκάθαρο τρόπο λόγω αρκετών δυσκολιών και εμποδίων (Bocconi, Chiocciariello, Dettori, Ferrari & Engelhardt, 2016b).

Ο ορισμός που έχει δοθεί για την ΥΣ από την Wing (2006) είναι ο εξής: *“Η Υπολογιστική σκέψη αφορά στην επίλυση προβλημάτων, στο σχεδιασμό συστημάτων και στην κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς, χρησιμοποιώντας έννοιες που είναι θεμελιώδους σημασίας για την επιστήμη των υπολογιστών”*. Επίσης, η ίδια αναφέρει *“το όραμά της για αναγνώριση της ΥΣ ως μιας βασικής ικανότητας που θα πρέπει να γίνει κτήμα όλου του εγγράμματου πληθυσμού μέσα από την υποχρεωτική εκπαίδευση, συμπληρώνοντας τις τρεις άλλες βασικές δεξιότητες που είναι η ανάγνωση, η γραφή και τα μαθηματικά”* (Μαυρουδή, Πέτρου & Φεσάκης, 2014, σ. 111).

Ωστόσο, λόγω της αναταραχής που προκλήθηκε στην επιστημονική κοινότητα, η Wing (2011) άλλαξε, μερικώς, τον ορισμό παρέχοντας ορισμένες διευκρινίσεις. Πιο συγκεκριμένα υποστήριξε πως: *“ο όρος ΥΣ περιλαμβάνει τις διεργασίες σκέψης που σχετίζονται με τη διατύπωση προβλημάτων και των λύσεών τους ώστε οι λύσεις να αναπαριστώνται με μία μορφή που καθιστά δυνατή την αποτελεσματική υλοποίησή τους από ένα μέσο επεξεργασίας πληροφοριών”* (Wing, 2011, σ. 1).

Οι Bocconi et al. (2016), αναφέρουν τα ακόλουθα δύο στοιχεία ως τα πλέον σημαντικά για την εκπαίδευση:

α) η ΥΣ συνιστά μια διαδικασία σκέψης, συνεπώς είναι ανεξάρτητη από την εφαρμοζόμενη τεχνολογία και

β) η ΥΣ αποτελεί τρόπο επίλυσης προβλημάτων κατά τον οποίο εμπλέκονται δεξιότητες σχεδιασμού λύσεων που μπορούν να εκτελεστούν από τον υπολογιστή, τον άνθρωπο ή συνδυασμό και των δύο.

Η ΥΣ δεν αποτελεί απλά ένα εργαλείο, αλλά έναν τρόπο παραγωγής επιστήμης και σταδιακά αντιμετωπίστηκε από τις άλλες επιστήμες, όχι ως μία έννοια που απορρέει από την Πληροφορική, αλλά ως έννοια που προέρχεται από την ίδια την επιστήμη και είναι απαραίτητη για την ανάπτυξή της (Denning, 2009). Οι υπολογιστές είναι ένα εργαλείο και όχι το αντικείμενο μελέτης, ενώ η ΥΣ αποτελεί: *«διαδικασία αναγνώρισης μορφών υπολογισμού στον κόσμο που μας περιβάλλει και εφαρμογής εργαλείων και τεχνικών της Πληροφορικής για την κατανόηση και το συλλογισμό σχετικά με φυσικά και τεχνητά συστήματα και διεργασίες»* (Royal Society, 2012).

Ο νέος αυτός τρόπος παραγωγής της επιστήμης δεν ήταν διαθέσιμος μέχρι πρόσφατα και η έλευσή του έδωσε στους επιστήμονες τη δυνατότητα να πειραματιστούν, τόσο σε εικονικούς όσο και στον πραγματικό κόσμο, με νέες λύσεις και στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων. Συνδυάζοντας τους Η/Υ με έννοιες και πρακτικές της Πληροφορικής οι επιστήμονες, όλων των ειδικοτήτων, έχουν στη διάθεσή τους τα κατάλληλα επιστημολογικά εργαλεία για να επιλύσουν διεπιστημονικά προβλήματα στο πλαίσιο άλλων γνωστικών αντικειμένων. Ο συνδυασμός αυτός μπορεί να αποτελέσει το εννοιολογικό πλαίσιο για τη μεγαλύτερη αξιοποίηση της Πληροφορικής στην εκπαίδευση, μιας και αποτελεί το τέταρτο επιστημονικό πεδίο, μετά τις Φυσικές, τις Κοινωνικές Επιστήμες και τις Επιστήμες Ζωής (Rosenbloom, 2004), αλλά και λόγω της κεντρικής θέσης της στο πλαίσιο της διεπιστημονικής προσέγγισης της εκπαίδευσης και της εκπαίδευσης STEAM (Φεσάκης, 2018. Henderson, Cortina, Hazzan, & Wing, 2007).

Εύκολα γίνεται κατανοητό ότι σε οποιοδήποτε κοινωνικό σύστημα του μέλλοντος, η ανάπτυξη ΥΣ θα αποτελέσει στρατηγικό πλεονέκτημα για την επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο. Η ΥΣ αποτελεί ξεκάθαρα μια σημαντική δεξιότητα για τον πολίτη όχι μόνο του αύριο αλλά κυρίως του σήμερα (CSTA & ISTE, 2011). Η προσπάθεια για ενσωμάτωση της ΥΣ στην εκπαίδευση θεωρείται επιτακτικό ζήτημα που οφείλει να απασχολήσει την εκπαιδευτική κοινότητα και τους φορείς χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών, στη χώρα μας αλλά και διεθνώς.

2.2. Πλεονεκτήματα και Οφέλη της Υπολογιστικής Σκέψης

Σύμφωνα με τους Perkonic, Settle, Hwang & Jones (2010) η ΥΣ διακρίνεται από μια πληθώρα πλεονεκτημάτων, Ειδικότερα, η ΥΣ:

- προσφέρει νέους τρόπους θέασης και αντίληψης τόσο των φυσικών, όσο και των κοινωνικών και λοιπών φαινομένων,
- παρουσιάζει νέους τρόπους επίλυσης των προβλημάτων,
- δίνει το βάρος της στην κατασκευή νέας γνώσης έναντι της αξιοποίησης των υπαρχουσών πληροφοριών και
- ενισχύει τη δημιουργικότητα και την καινοτομία.

Τα χαρακτηριστικά της ΥΣ, όπως αυτά αναφέρονται από την Wing (2006), είναι η αφαίρεση, η αποσύνθεση ενός προβλήματος, η αναγνώριση προτύπων, η αλγοριθμική σκέψη και η λογική σκέψη (Φεσάκης, Πραντσούδη, Κόμης, Παπανικολάου, & Δημητρακοπούλου, 2019). Πιο αναλυτικά, η ΥΣ παρέχει τις ακόλουθες δεξιότητες: α) τη διατύπωση προβλημάτων με τρόπο ώστε να είναι δυνατή η αξιοποίηση των υπολογιστικών εργαλείων για την επίλυσή τους, β) την οργάνωση και ανάλυση δεδομένων με τρόπο λογικό, γ) την αναπαράσταση δεδομένων μέσω της χρήσης μοντέλων και προσομοιώσεων, δ) την αυτοματοποιημένη λύση, ε) την επιλογή λύσεων με γνώμονα την επιλογή του πλέον αποτελεσματικού συνδυασμού βημάτων και πόρων και στ) τη γενίκευση και μεταφορά της γνώσης σε άλλους τομείς (Wing, 2006).

Οι Fessakis et al. (2018), κατέληξαν στις ακόλουθες δεξιότητες που σχετίζονται με την ΥΣ:

- τη δημιουργική επίλυση ενός προβλήματος,
- την αλγοριθμική προσέγγιση για τη επίλυση ενός προβλήματος,
- τη μεταφερσιμότητα της λύσης,
- την αφαίρεση,
- τη γενίκευση,
- την αναπαράσταση και οργάνωση των δεδομένων,
- τη συστημική σκέψη,
- την αξιολόγηση και
- την κοινωνική επίδραση της ΥΣ.

Παρατηρείται, λοιπόν, πως η ανάπτυξη της ΥΣ είναι στρατηγικής σημασίας, γεγονός που έχει οδηγήσει σε μια σειρά από ενέργειες και πολιτικές που στοχεύουν στην προώθησή της ΥΣ σε παγκόσμιο επίπεδο (Φεσάκης και συν., 2019).

2.3. Προϋποθέσεις Εφαρμογής της Υπολογιστικής Σκέψης

Για να γίνει ουσιαστική αξιοποίηση της ΥΣ απαιτείται η απόκτηση συγκεκριμένων δεξιοτήτων. Η ικανότητα χρήσης βασικών εφαρμογών, όπως είναι ο κειμενογράφος και ο φυλλομετρητής είναι απαραίτητες στην καθημερινότητα των μαθητών, ωστόσο καμία από αυτές δεν αρκεί για να ενεργοποιήσει την ΥΣ των μαθητών και να συμβάλει στην αύξηση της αποδοτικότητάς τους. Συνεπώς, η σημαντικότερη ομάδα δεξιοτήτων έχει να κάνει με τις λεγόμενες νοητικές δεξιότητες και δεξιότητες συλλογισμού που βοηθούν στην εφαρμογή υπολογιστικών τεχνικών ή στη χρήση εφαρμογών υπολογιστή σε διάφορους τομείς (π.χ. τέχνες, θετικές, ανθρωπιστικές ή κοινωνικές επιστήμες). Αυτή η τρίτη ομάδα δεξιοτήτων είναι που ονομάστηκε ως ΥΣ (Wing, 2006). Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί πως η ΥΣ χρησιμοποιείται εδώ και δεκαετίες από επιστήμονες υπολογιστών στα πλαίσια ανάπτυξης εφαρμογών λογισμικού και όχι μόνο (Perković et al., 2010).

2.4. Η Υπολογιστική Σκέψη στην Εκπαίδευση

Στη σύγχρονη εποχή, τα εκπαιδευτικά ιδρύματα, οι επιστήμονες, οι ειδικοί και οι εκπαιδευτικοί είναι σημαντικό να ευθυγραμμίζονται με τα επιτεύγματα που σημειώνονται στα πεδία της επιστήμης και της τεχνολογίας όπως επίσης και να προωθούν την καλλιέργεια των δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται οι ακόλουθες:

- δεξιότητες πληροφόρησης και επικοινωνίας,
- δεξιότητες κριτικής σκέψης και επίλυσης προβλημάτων,
- επικοινωνία και δεξιότητες αυτόνομης μάθησης,
- δυνατότητα χρήσης τεχνολογιών για πρόσβαση, διαχείριση, επεξεργασία και αξιολόγηση πληροφοριών,
- δημιουργία νέας γνώσης και

- δυνατότητα απόκτησης γνώσεων ακαδημαϊκού περιεχομένου μέσω πραγματικών παραδειγμάτων (Zapata-Ros, 2015. Liu, Perera, & Klein, 2017).

Η Wing (2006), κατατάσσει την ΥΣ στο ίδιο επίπεδο σημαντικότητας με άλλα βασικά διδακτικά αντικείμενα όπως είναι η ανάγνωση, η γραφή και τα μαθηματικά, καθώς, όπως αναφέρει, πρόκειται για μία βασική δεξιότητα που πρέπει να αναπτύξει ένα παιδί. Η ανάπτυξή της δεν έχει ως στόχο να προσφέρει στα παιδιά γνώσεις προχωρημένου επιπέδου, αλλά να οδηγήσει στην απόκτηση των δεξιοτήτων εκείνων που είναι απαραίτητες για να βαδίσουν στη σύγχρονη εποχή.

Όπως χαρακτηριστικά επισημαίνει η ίδια (Wing, 2006), οι άνθρωποι που μπορούν να χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά την ΥΣ διαθέτουν ένα σημαντικό πλεονέκτημα έναντι όσων δε διαθέτουν την συγκεκριμένη ικανότητα. Κατά συνέπεια, τονίζεται η ανάγκη για καλλιέργεια του ψηφιακού εγγραμματισμού τους μέσω της εκπαίδευσης, σημειώνοντας ότι η γνώση συγγραφής κώδικα αποτελεί μία νέα μορφή γραμματισμού (Fesakis et al, 2018. Φεσάκης και συν, 2019). Η παραδοχή αυτή έχει οδηγήσει στην εισαγωγή του προγραμματισμού στα ΑΠΣ των πρώτων βαθμίδων εκπαίδευσης πολλών χωρών, όπως είναι η Αυστραλία (Falkner, K., Vivian, & Falkner, N., 2014), η Αγγλία (Brown, Sentance, Crick, & Humphreys, 2014), οι ΗΠΑ (Fisher, 2016) και η Νέα Ζηλανδία (Bell, Rosamond, & Casey, 2012).

Τα πλεονεκτήματα της εισαγωγής της ΥΣ στην εκπαίδευση είναι πολλαπλά (Allan, Coulter, Denner, Erickson, Lee, Malyn-Smith, & Martin, 2010. Lee, Martin, Denner, Coulter, Allan, Erickson, & Werner, 2011). Η ΥΣ μπορεί να δώσει τη δυνατότητα στα παιδιά να αναπτύξουν έναν διαφορετικό τρόπο σκέψης που θα τους φανεί χρήσιμος κατά την προσπάθεια επίλυσης προβλημάτων, καθώς και να μπορέσουν να προχωρήσουν στην ανάλυση των καθημερινών ζητημάτων μέσα από μία διαφορετική οπτική (Lee et al., 2011), αλλά και να αναπτύξουν την ικανότητα ανακάλυψης, δημιουργίας μέσω της τεχνολογίας και της σωστής χρήσης της (Allan et al., 2010).

Ορισμένοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η εκμάθηση της ΥΣ θα πρέπει να είναι υποχρεωτική ήδη από την προσχολική ηλικία και να αναπτύσσεται παράλληλα με τις βασικές δεξιότητες (ανάγνωση, γραφή και αριθμητική) (Lee et al. 2011). Η Wing (2010), ωστόσο, επισημαίνει πως για να είναι δυνατόν οι μαθητές να επωφεληθούν από τη διδασκαλία της ΥΣ είναι απαραίτητο να υπάρχουν αντίστοιχα καταρτισμένοι και ικανοί εκπαιδευτικοί, οι οποίοι να μπορούν να διδάξουν το συγκεκριμένο αντικείμενο.

2.5. Η Προσέγγιση STEAM

Ο όρος STEAM αποτελεί το ακρωνύμιο των λέξεων - επιστημονικών πεδίων Science (Φυσικές Επιστήμες), Technology (Τεχνολογία), Engineering (Επιστήμες των Μηχανικών), Arts (Τέχνες) και Mathematics (Μαθηματικά).

«STEAM είναι ένα μαθησιακό περιβάλλον όπου οι μαθητές εξερευνούν, ανακαλύπτουν, οικοδομούν τη γνώση με τη χρήση πραγματικών προβλημάτων και καταστάσεων οι οποίες σχετίζονται με τα βιώματά τους» (PCAST, 2010).

Η προσέγγιση STEAM επιδιώκει την καλλιέργεια και την ανάπτυξη της καινοτομίας, της κριτικής σκέψης μαθητών και μαθητριών καθώς και στην ένταξη της μηχανικής σκέψης στην καθημερινή εκπαιδευτική πρακτική.

Πιο συγκεκριμένα, έχουμε τα εξής πεδία:

To S (Science) για τις Φυσικές Επιστήμες: Τα παιδιά είναι φυσικοί επιστήμονες. Προσπαθούν να καταλάβουν πώς λειτουργεί ο κόσμος, παρατηρούν, συμμετέχουν στη διαμόρφωση ερωτήσεων, στη σχεδίαση και στην εκτέλεση των πειραμάτων. Όπως οι επιστήμονες, έτσι και τα παιδιά έχουν την ικανότητα να μαθαίνουν από τους άλλους. Παρακολουθούν άλλα παιδιά και τους ενήλικες επαναλαμβάνοντας ό,τι έχουν δει, κάνοντας ερωτήσεις όποτε κρίνουν απαραίτητο.

To T (Technology) για την Τεχνολογία: Αντιπροσωπεύει κάθε ανθρώπινη κατασκευή, από απλά εργαλεία που υποστηρίζουν τη γνωστική ανάπτυξη των παιδιών και τους επιτρέπουν να κατανοήσουν πώς τα εργαλεία βοηθούν στην εκτέλεση συγκεκριμένων λειτουργιών. Επίσης, αντιλαμβάνονται την σύνδεση που υπάρχει μεταξύ αιτίου και αποτελέσματος, κάνοντας συνδέσεις και συσχετισμούς.

To E (Engineering) για τις Επιστήμες των Μηχανικών: Η μηχανική αξιοποιεί την επιστήμη, τα μαθηματικά και την τεχνολογία για την επίλυση προβλημάτων, ενώ βοηθά στην κατανόηση του πώς και γιατί τα πράγματα λειτουργούν με έναν συγκεκριμένο τρόπο. Για παράδειγμα, όταν τα παιδιά κατασκευάζουν κάτι χρησιμοποιώντας τουβλάκια λειτουργούν ως μηχανικοί.

To A (Arts) για τις Τέχνες: Η ένταξη των τεχνών προσφέρει την ευκαιρία για ανάπτυξη της δημιουργικής σκέψης και της καινοτομίας των παιδιών, κάτι απαραίτητο στη σύγχρονη εποχή. Μέσω των τεχνών μπορούν να χρησιμοποιούν σύμβολα που εκφράζουν πραγματικά αντικείμενα, γεγονότα και συναισθήματα. Η πρόοδος

ενασχόληση με τις τέχνες υποστηρίζει τη γνωστική ανάπτυξη και αυξάνει την αυτοεκτίμηση των παιδιών.

Το M (Math) για τα Μαθηματικά: Τα παιδιά στην πρώιμη σχολική ηλικία εξερευνούν καθημερινά μαθηματικά με άτυπους τρόπους, με ανεπίσημες γνώσεις όπως με τις έννοιες “περισσότερο”, “λιγότερο”, εξετάζοντας σχήματα, μεγέθη, κ.ά.

Το νέο ακρωνύμιο STEAM φιλοδοξεί πλέον να πάρει τη θέση του STEM που χρησιμοποιούνταν έως πρόσφατα (Xanthoudaki, 2017). Σύμφωνα με τον Gunn (2017), για να καταστεί το STEM αληθινό έργο, θα πρέπει να συμπεριληφθούν και οι τέχνες, οι οποίες αποτελούν το εργαλείο που ελπίζουμε να χρησιμοποιήσουν οι μαθητές προκειμένου να εμπλακούν με το STEM (*The Power of STEAM Education and Teacher Resource Availability*, 2018).

Σύμφωνα με την Xanthoudaki (2017), η έννοια του STEM ταιριάζει περισσότερο με την έννοια “hard skills”, σε αντίθεση με τις τέχνες οι οποίες ταιριάζουν περισσότερο στις λεγόμενες “soft skills” (ομαδική εργασία, δεξιότητες επικοινωνίας, ικανότητες επίλυσης προβλημάτων, κ.ά.).

Ωστόσο, έχουν εμφανιστεί και άλλες εκδοχές αναφορικά με την ενσωμάτωση και άλλων κλάδων στην έννοια STEM. Για παράδειγμα, στο εγχειρίδιο «Science Education for Responsible Citizenship» (2015) της Ευρωπαϊκής Επιτροπής υποστηρίζεται ότι το γράμμα “A” του όρου STEAM αντιπροσωπεύει όχι μόνο τις Τέχνες αλλά όλους τους άλλους κλάδους μαθημάτων και επιπέδων εκπαίδευσης (“A” από τη λέξη “ALL”). Όπως αναφέρει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στο *Science Education for Responsible Citizenship* (2015):

«Η δημιουργία συνδέσεων μεταξύ του STEM και όλων των άλλων κλάδων - αυτό που συχνά αναφέρεται ως STEAM - ωθεί πέρα τα όρια της επιστήμης να αγκαλιάζουν το δημιουργικό δυναμικό της σύνδεσης των τεχνών, της επιστημονικής έρευνας και της καινοτομίας. Καινοτόμες νέες ιδέες και δημιουργικές λύσεις εμφανίζονται συχνά στη διεπαφή μεταξύ των κλάδων και εμπλέκουν διαφορετικά κοινωνικούς εταίρους» (*Science Education for Responsible Citizenship*, 2015, σ. 20).

2.6. Η Εκπαίδευση STEAM

Σχετικά με την ανάγκη ένταξης της προσέγγισης STEAM στην εκπαίδευση, υπάρχει μια πληθώρα από οφέλη τα οποία δεν περιορίζονται στο χώρο της εκπαίδευσης, αλλά αφορούν την απασχόληση και γενικότερα την οικονομία. Το σημαντικότερο είναι πως η υιοθέτηση της προσέγγισης STEAM παρέχει ευκαιρίες για βελτίωση τόσο των γνώσεων όσο και των δεξιοτήτων των μαθητών (Καραπάνου & Τζίρου, 2018).

2.6.1. Σκοπός της STEAM

Απώτερος στόχος της εκπαίδευσης STEAM είναι η προετοιμασία των μαθητών καθώς και η ανάπτυξη εκ μέρους τους των απαιτούμενων προσόντων και δεξιοτήτων έτσι ώστε να ανταποκριθούν στις μελλοντικές απαιτήσεις, στο χώρο εργασίας τους και όχι μόνο. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω σύνδεσης της γνώσης με την καθημερινή ζωή και μέσω ενεργοποίησης της συμμετοχής των μαθητών, ώστε να συμμετέχουν στην επίλυση προβλημάτων, μέσα πάντα από ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες (Maryland State Department of Education, 2012).

Το θεμέλιο της εκπαίδευσης STEAM βασίζεται στη χρήση και των δύο τμημάτων του εγκεφάλου, την συγκλίνουσα και την αποκλίνουσα σκέψη. Η ένταξη των Τεχνών αυξάνει την καλλιέργεια της δημιουργικότητας και των δεξιοτήτων φαντασίας και σύνθεσης των μαθητών, κάτι ιδιαίτερα σημαντικό (Καραπάνου & Τζίρου, 2018).

2.6.2. Προϋποθέσεις Εφαρμογής της Εκπαίδευσης STEAM

Η δυνατότητα εφαρμογής της προσέγγισης STEAM εξαρτάται από την ύπαρξη προϋποθέσεων (Institute for Arts Integration and STEAM, 2021). Συγκεκριμένα, οι προϋποθέσεις αφορούν αποφάσεις και αλλαγές που πρέπει να γίνουν σε τρία επίπεδα: α) στο ΑΠΣ, β) στο εκπαιδευτικό προσωπικό και γ) στις διδακτικές πρακτικές και μεθόδους.

Στο πρώτο επίπεδο, αναφέρεται η αναμόρφωση των ΑΠΣ έτσι ώστε η εκπαίδευση να επικεντρωθεί στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και όχι μόνο στη διδασκαλία των διαφόρων γνωστικών αντικειμένων. Στο δεύτερο επίπεδο, αναφερόμαστε στη σωστή και κατάλληλη εκπαίδευση του εκπαιδευτικού προσωπικού, δίνοντας έμφαση στην ανάπτυξη συνεργατικών δεξιοτήτων. Στο τρίτο επίπεδο, που σχετίζεται με τις διδακτικές πρακτικές, προτείνεται η διαφοροποίηση της αξιολόγησης από τις έως τώρα συνηθισμένες πρακτικές. Επιδιώκεται η καλλιέργεια της συνεργασίας, η μεγαλύτερη απασχόληση με σχέδια εργασίας (projects), η χρήση τεχνολογικών μέσων και

εργαλείων και ο εμπλουτισμός της τάξης με υλικά που ενεργοποιούν τους εμπλεκόμενους στη μαθησιακή διαδικασία.

2.6.3. Πλεονεκτήματα της STEAM

Η προσέγγιση STEAM διακρίνεται από μία πλειάδα πλεονεκτημάτων που αποτυπώνονται στην υπάρχουσα βιβλιογραφία. Καταρχάς, η προσέγγιση STEAM επιτρέπει τον αναστοχασμό, τον αναλυτικό και συνθετικό τρόπο σκέψης και την απόκτηση ενσυναίσθησης (Madden, Baxter, Beauchamp, Bouchard, Huff, Ladd, Plague, 2013). Επιπλέον πλεονεκτήματα από την υιοθέτηση της προσέγγισης STEAM είναι η ενεργός εμπλοκή των εκπαιδευόμενων, η διευκόλυνση της επικοινωνίας και η ολόπλευρη ανάπτυξη της προσωπικότητας (Maeda, 2012).

Η διδασκαλία STEAM προσφέρει επιπλέον πλεονεκτήματα, όπως το ότι ενθαρρύνει τη φυσική περιέργεια προσελκύνοντας όλο και περισσότερους να ασχοληθούν σε πεδία STEAM (Gunn, 2017), ενώ διδάσκει την ενσυναίσθηση και την ηθική (Lachman, 2018). Η εκπαίδευση STEAM έχει πολλαπλά και ποικίλα πλεονεκτήματα. Σύμφωνα με τους Stohlmann et al. (2012) και Roberts (2012), η προσέγγιση STEAM βοηθά στη βελτίωση των ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων, στην αξιοποίηση πρότερων γνώσεων και εμπειριών καθώς και στην ενεργοποίηση της σκέψης των παιδιών, ενώ πλέον οι μαθητές οικειοποιούνται περισσότερο με τα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες.

Τα πλεονεκτήματα της καινοτόμου εκπαιδευτικής προσέγγισης STEAM μπορούν να συνοψιστούν στα ακόλουθα (*The Benefits of Teaching STEAM Lessons*, 2017):

- εκθέτει τους μαθητές σε μία περισσότερο δημιουργική διαδικασία,
- προωθεί την ομαδικότητα και τη συνεργασία των μαθητών μέσω ανταλλαγής ιδεών και προτάσεων, καθώς και την αναζήτηση λύσεων για την αντιμετώπιση προβλημάτων,
- αυξάνει την κριτική σκέψη των μαθητών και
- προσφέρει στους μαθητές πρακτικές μαθησιακές εμπειρίες.

2.7. Η Εισαγωγή του STEAM στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Η προσέγγιση STEAM κάνει όλο και περισσότερο έντονη την εμφάνισή της στο χώρο της εκπαίδευσης και ειδικότερα στα σχολεία της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, παρέχοντας ένα πολύτιμο βήμα προς την υιοθέτηση της διαθεματικότητας και της διεπιστημονικότητας.

Το σχολείο πλέον μετατρέπεται από έναν συμβατικό χώρο μάθησης σε μία ολοκληρωμένη εμπειρία πειραματισμού και εξερεύνησης μέσω μιας ποικιλίας δραστηριοτήτων που συνδυάζουν τα γνωστικά αντικείμενα του σχολείου με καταστάσεις της πραγματικής ζωής.

Τα οφέλη των προγραμμάτων STEAM για τα μικρά παιδιά υποστηρίζονται από πολλούς ερευνητές. Αυτό γιατί οι αντιληπτικές ικανότητες των παιδιών στα πεδία που σχετίζονται με την εκπαίδευση STEAM διαμορφώνονται τόσο πριν όσο και κατά τη διάρκεια της φοίτησης των παιδιών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, γεγονός που καθιστά αναγκαία την ενσωμάτωση της συγκεκριμένης προσέγγισης στο ΑΠΣ των μαθημάτων των δημοτικών σχολείων (Ξυπολιά, 2020).

Πιο συγκεκριμένα, τα παιδιά ηλικίας 3-6 ετών, έχουν την έμφυτη περιέργεια για ό,τι τους περιβάλλει, προσπαθούν να ανακαλύψουν νέα πράγματα μέσα από διαρκή παρατήρηση και αναζήτηση. Όπως αναφέραμε νωρίτερα η εμπειρία ενός προγράμματος STEAM προσφέρει στα μικρά παιδιά ευκαιρίες να αναπτύξουν κριτική σκέψη και δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, επηρεάζοντας θετικά τον τρόπο που θα προσεγγίζουν τη μάθηση και τη γνώση στο απώτερο μέλλον (Moodie, 2018).

Οι εξελίξεις που συμβαίνουν τόσο σε οικονομικό όσο και σε κοινωνικό - πολιτικό επίπεδο έχουν οδηγήσει σε σημαντικές αλλαγές και στο χώρο της εκπαίδευσης, με την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και της ομαδοσυνεργατικότητας να αποτελούν πλέον βασικές δεξιότητες για τους μαθητές, δεξιότητες που θα τους βοηθήσουν στη σωστή διαχείριση των προκλήσεων (Ξυπολιά, 2020).

Τα παιδιά προσχολικής ηλικίας ερχόμενα από νωρίς σε επαφή με τις φυσικές επιστήμες, την τεχνολογία, τις επιστήμες της μηχανικής, την τέχνη και τα μαθηματικά αναπτύσσουν μια καλή βάση για τη μελλοντική τους μάθηση. Ταυτόχρονα μέσα από το παιχνίδι και τη διερεύνηση καλλιεργούν τις δεξιότητες και οτιδήποτε σχετίζεται με την προσέγγιση STEAM.

Πιο συγκεκριμένα, η ενασχόληση με θέματα της επιστήμης ενθαρρύνει την περιέργεια για την εξεύρεση απαντήσεων σε ερωτήματα και ζητήματα καθώς και για την επίλυση προβλημάτων μέσα από καταστάσεις πειραματισμού και εξερεύνησης. Από την άλλη, η τεχνολογία βοηθά τους μαθητές να μάθουν να χρησιμοποιούν από απλά (π.χ. χάρακες) μέχρι πιο σύνθετα εργαλεία (π.χ. μικροσκόπια). Οι επιστήμες της μηχανικής μέσω των προβλημάτων που παρουσιάζουν, δίνουν την ευκαιρία στους μαθητές να επιλύσουν αυτά τα προβλήματα προτείνοντας διάφορες και εναλλακτικές λύσεις που ακολουθούν μία συγκεκριμένη μεθοδολογία. Η τέχνη, όπως ήδη έχουμε αναφέρει, ενθαρρύνει τη δημιουργικότητα των παιδιών, δίνοντάς τους την ευκαιρία έκφρασης και απεικόνισης των εννοιών που μαθαίνουν. Τέλος, στα μαθηματικά οι μαθητές ασχολούνται με αριθμούς, μοτίβα, σχήματα, κ.ά. που βοηθούν στην ανάπτυξη των οργανωτικών τους δεξιοτήτων (π.χ. σχεδίαση γραφικών αναπαραστάσεων). Αυτό που θα πρέπει να επισημανθεί είναι πως η προσέγγιση STEAM συνιστά μια συμπληρωματική προσπάθεια στη γενικότερη προσπάθεια παροχής μιας περισσότερο ποιοτικής εκπαίδευσης (Καραπάνου & Τζίρου, 2018).

Δε θα πρέπει να ξεχνάμε πως οι πέντε τομείς της προσέγγισης STEAM (επιστήμη, τεχνολογία, μηχανική, τέχνη και μαθηματικά) αποτελούν, άλλοτε περισσότερο και άλλοτε λιγότερο, τμήμα της καθημερινότητας των μαθητών, κάτι το οποίο οφείλουμε να αξιοποιήσουμε κατάλληλα. Αυτό συμβαίνει μιας και τα παιδιά έρχονται σχεδόν καθημερινά με θέματα σχετικά με αυτά που σχετίζονται με την προσέγγιση STEAM, μέσα όμως από έναν ολιστικό τρόπο που προσφέρει η επαφή με βιβλία, οι διάφορες συζητήσεις, τα πειράματα που διεξάγονται στο σχολείο, τα έργα τέχνης που μελετώνται στο μάθημα των εικαστικών αλλά και τα εκπαιδευτικά παιχνίδια που παίζουν.

Η εφαρμογή της προσέγγισης STEAM, εκτός από την ενεργοποίηση, μπορεί να συμβάλλει στη μείωση των όποιων ανισοτήτων μεταξύ των μαθητών. Σύμφωνα με τον Chelsloff (2013), μια ποιοτική προσχολική εκπαίδευση βοηθά στη μετέπειτα καλή σχολική πορεία και στη βελτίωση των σχολικών επιδόσεων των παιδιών, αλλά και στη μείωση της σχολικής διαρροής. Επιπρόσθετα, η συμμετοχή μαθητών σε προγράμματα STEAM από μικρή ηλικία οδηγεί στον περιορισμό των φυλετικών στερεοτύπων και των όποιων διακρίσεων σε ότι έχει να κάνει με την επιλογή επαγγέλματος και την περαιτέρω ακαδημαϊκή πορεία (Elkin, Sullivan, & Bers, 2014).

Κεφάλαιο 3^ο: Τα Προγράμματα Σπουδών για την Κ-12

3.1. Η Έννοια του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών

Με τον όρο «πρόγραμμα» εννοούμε ένα ολοκληρωμένο και συγκεκριμένο σχέδιο το οποίο διακρίνεται από προκαθορισμένο σκοπό και επιμέρους στόχους. Το πρόγραμμα συνιστά ένα χρονοδιάγραμμα για τις σχεδιαζόμενες ενέργειες και διαδικασίες. Η θεμελιώδης και ουσιαστική διάσταση των ΑΠΣ στην εκπαιδευτική διαδικασία έχει καταστήσει τα ΑΠΣ ως ένα πρωταρχικό ζήτημα μελέτης και ενδιαφέροντος στα εκπαιδευτικά συστήματα όλων των χωρών. Το ΑΠΣ των σχολείων στις διάφορες χώρες βρίσκεται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος όχι μόνο των συντακτών του και των εκπαιδευτικών όλων των βαθμίδων, αλλά και των μαθητών και των γονέων τους, γιατί αποτελεί μια θεμελιώδη διάσταση της όλης εκπαιδευτικής διαδικασίας (Γερογιάννης & Μπούρας, 2007).

Στο σημερινό σχολείο, τα ΑΠΣ στο σύνολό τους και τα διδακτικά εγχειρίδια μέσα από τα οποία αυτά υλοποιούνται, περιγράφουν και εκφράζουν τους σκοπούς της αγωγής και της εκπαίδευσης όπως καθορίζονται από την επίσημη πολιτεία και με βάση τα οποία αυτό επιδιώκεται η επίτευξή τους. Δηλαδή, τα ΑΠΣ και τα σχολικά εγχειρίδια εμπεριέχουν το σύνολο της σχολικής μόρφωσης και αποτελούν τον καθρέφτη του επιπέδου της παιδείας και του πολιτισμού ενός λαού. Επιπλέον, βασικός στόχος κάθε εκπαιδευτικής μεταρρύθμισης μέχρι σήμερα ήταν η αναμόρφωση των ΑΠΣ, κάτι που δείχνει τη σημασία τους για την πορεία της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Τα ΑΠΣ εκφράζουν τους σκοπούς, τους στόχους και τις επιδιώξεις της εκπαίδευσης όπως προκύπτουν από τις επίσημες διατάξεις της πολιτείας. Η επιτυχία του εκπαιδευτικού έργου θεμελιώνεται στην επιτυχή σύνταξη και λειτουργία των ΑΠΣ (Ιωάννου, 2016). Ο προσδιορισμός της έννοιας του ΑΠΣ εκφράζεται από τον κάθε ειδικό επιστήμονα ανάλογα με το επιστημολογικό και θεωρητικό πλαίσιο το οποίο ακολουθεί, αλλά και την πολιτικο-κοινωνική ιδεολογία που τον εκφράζει, καθώς και τη φιλοσοφία του και τις αντιλήψεις του για τη μάθηση, τη διδασκαλία και το ρόλο του σχολείου γενικότερα. Σε γενικότερο επίπεδο τα ΑΠΣ αντανakλούν το ιδεολογικό, κοινωνικό, πολιτικό υπόβαθρο και τις κυρίαρχες αξίες και παραδόσεις που ακολουθεί η κάθε χώρα. Στις μέρες μας τα παραδοσιακά ΑΠΣ έχουν αντικατασταθεί από μια σειρά νέου τύπου ΑΠΣ, τα οποία είναι γνωστά με τον όρο curriculum.

Ο όρος "αναλυτικό πρόγραμμα", από τη δεκαετία του 1960 και έπειτα, βρίσκεται στο επίκεντρο των συζητήσεων γύρω από τις εκπαιδευτικές μεταρρυθμίσεις της κάθε χώρας (Χατζηγεωργίου, 1998). Την ίδια δεκαετία ξεκίνησε στην Ελλάδα η συζήτηση για την εκπόνηση των αναλυτικών προγραμμάτων, ενώ η προσοχή άρχισε να εστιάζεται στο ρόλο του ΑΠΣ για την εκπαιδευτική μεταρρύθμιση από το 1980 και μετά. Εκφράστηκαν προβληματισμοί πάνω στο λεγόμενο "παραπρόγραμμα" και σχετικά με τις δυσαρμονίες και αναντιστοιχίες που παρατηρήθηκαν ανάμεσα σε σκοπούς, περιεχόμενα, μεθόδους, κ.λπ.

Την τελευταία δεκαετία έχει αρχίσει μια έντονη συζήτηση γύρω από την εισαγωγή και τη χρήση της τεχνολογίας στα σχολεία της χώρας μας. Αποτέλεσμα αυτής της συζήτησης είναι οι διάφοροι προβληματισμοί, οι οποίοι στηρίζονται στις διαφορετικές διαστάσεις της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Τα ερωτήματα που τίθενται πλέον πολύ συχνά είναι τα εξής: α) Θα λύσουν οι ψηφιακές τεχνολογίες τα μαθησιακά προβλήματα των μαθητών; β) Ποιες δυνατότητες μας δίνει η χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαίδευση; και γ) Πώς θα επηρεάσει η τεχνολογία τα ΑΠΣ; Τα ερωτήματα αυτά αποτελούν ένα δείγμα από τους προβληματισμούς οι οποίοι αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία. Σήμερα, οι τεχνολογικές καινοτομίες των Η/Υ και των πολυμέσων δίνουν μια νέα ώθηση στο "τεχνολογικό" αναλυτικό πρόγραμμα. Ο Papert (1991), εδώ και αρκετές δεκαετίες έχει υποστηρίξει ότι η τεχνολογία θα προκαλέσει μεγάλη επανάσταση στη διαδικασία της μάθησης. Ο ίδιος, έχει προτείνει έναν τρόπο χρήσης του υπολογιστή, τέτοιον έτσι ώστε τα μικρά παιδιά να μαθαίνουν να ελέγχουν το τεχνολογικό τους περιβάλλον και όχι να ελέγχονται τα ίδια από αυτό.

Είναι κατανοητό ότι η χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών θα επηρεάσει το σχεδιασμό των ΑΠΣ. Παρ' όλο που οι στόχοι ενός ΑΠΣ φαίνεται να καθορίζουν τον τρόπο χρήσης της τεχνολογίας (π.χ. το είδος των αυριανών πολιτών που θέλουμε να βγουν από το σχολείο), εντούτοις, οι ψηφιακές τεχνολογίες αναπόφευκτα επηρεάζουν τους σκοπούς και τους στόχους που θέτουν οι σχεδιαστές των ΑΠΣ. Σήμερα, ζούμε στην εποχή όπου η εκπαίδευση παραχωρεί σιγά - σιγά τη θέση της στη δια βίου μάθηση, όπου η εργασία γίνεται, όχι από τον άνθρωπο ή τη μηχανή, αλλά από την τεχνολογική γνώση, ενώ πλέον η ισχύς των ανθρώπων δε μετριέται σε χρήμα αλλά σε γνώση, κάτι που μας οδηγεί να αντιληφθούμε ότι το παραδοσιακό ΑΠΣ είναι ανεπαρκές.

3.2. Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών STEAM ανά τον Κόσμο

Σε αυτή την ενότητα θα κάνουμε μια εκτενής παρουσίαση των ΑΠΣ που σχετίζονται με την προσέγγιση STEAM για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, όπου ιδιαίτερα κατά τα τελευταία χρόνια γίνεται μεγάλη προσπάθεια ενσωμάτωσης της συγκεκριμένης προσέγγισης στα ΑΠΣ των μαθημάτων του δημοτικού σχολείου. Θα εξεταστούν ΑΠΣ τόσο της Ελλάδας όσο και επιλεγμένων ξένων εκπαιδευτικών συστημάτων (Καναδά, Αυστραλίας, Ν. Κορέας και Σουηδίας).

3.2.1. Νέα Προγράμματα Σπουδών στην Ελλάδα

Κατά τα σχολικά έτη 2021-2022 και 2022-2023, υλοποιείται από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ) η δράση «Πιλοτική Εφαρμογή Προγραμμάτων Σπουδών στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση», στο πλαίσιο των Πράξεων «Αναβάθμιση των Προγραμμάτων Σπουδών και Δημιουργία Εκπαιδευτικού Υλικού Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης» και «Επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στα Π και το εκπαιδευτικό υλικό Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης».

Η Πιλοτική Εφαρμογή θα υλοποιηθεί βάσει των ΠΣ που εκπονήθηκαν στο πλαίσιο των παραπάνω πράξεων ή/και αυτών που είχαν εκπονηθεί στο πλαίσιο της πράξης «Νέο Σχολείο (Σχολείο 21ου αιώνα) - Νέο Πρόγραμμα Σπουδών» και έχουν επικαιροποιηθεί με απόφαση του ΙΕΠ (υπ' αρ. 9/20-02-2020 και 11/27-02-2020 πράξεις ΔΣ του ΙΕΠ).

Η παραπάνω δράση υλοποιείται σε όλα τα Πρότυπα και Πειραματικά Σχολεία της χώρας, τα οποία λειτουργούν ως πιλοτικές σχολικές μονάδες.

3.2.1.1. Νέα Προγράμματα Σπουδών στην Προσχολική Εκπαίδευση

Στο μοντέλο που υιοθετείται στο ΠΣ προτείνεται μια εργαλειοθήκη τεσσάρων (4) υποδοχών, σε κάθε μία από τις οποίες εμπεριέχονται τρεις (3) κατηγορίες βασικών ικανοτήτων. Οι κατηγορίες ικανοτήτων οι οποίες περιλαμβάνονται στις επιμέρους υποδοχές δεν είναι αμοιβαία αποκλειόμενες, αλλά αλληλοσυνδέονται, έτσι, ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν σε πολλούς και διαφορετικούς συνδυασμούς, εξυπηρετώντας τη μαθησιακή διαδικασία (ΙΕΠ, 2021α):

α) εργαλεία σκέψης: 1. κριτική σκέψη, 2. δημιουργικότητα, 3. επίλυση προβλήματος και 4. στοχαστική λήψη αποφάσεων.

β) εργαλεία επιστήμης και τεχνολογίας: 1. καινοτομία, 2. υπολογιστική σκέψη και 3. σχεδιαστική και κατασκευαστική ικανότητα.

γ) εργαλεία ζωής: 1. προσωπική ενδυνάμωση και κοινωνική ευθύνη, 2. ιδιότητα του πολίτη και 3. ευελιξία, προσαρμοστικότητα και ανθεκτικότητα.

δ) εργαλεία μάθησης: 1. επικοινωνία, 2. Συνεργασία και 3. μαθαίνω πώς να μαθαίνω – μεταγνώση.

Οι ικανότητες που περιέχονται στην εργαλειοθήκη είναι εγκάρσιες και διαθεματικές, αναπτύσσονται σε όλα τα μαθησιακά πλαίσια και λειτουργούν συμπληρωματικά για την ολόπλευρη ανάπτυξη των παιδιών και ενισχυτικά για τον ρόλο τους ως αυριανών πολιτών του έθνους και του κόσμου. Η προσχολική εκπαίδευση, υπό το πρίσμα της ανάπτυξης των βασικών ικανοτήτων, βρίσκεται σε συστοιχία με τις αρχές της ολιστικής ανάπτυξης και μάθησης που υιοθετεί το ΠΣ.

Η φιλοσοφία οργάνωσης του περιεχομένου της μάθησης βασίζεται σε τέσσερα (4) Θεματικά Πεδία (ΘΠ) και στις Θεματικές Ενότητες (ΘΕ) που αυτά περιλαμβάνουν. Κάθε ΘΠ περιλαμβάνει δύο (2) ΘΕ εκτός από το 3^ο ΘΠ, «Παιδί και Θετικές Επιστήμες», στο οποίο ενσωματώνονται τρεις (3) ΘΕ. Η οργάνωση αυτών των ΘΠ σε ΘΕ βασίζεται στη φιλοσοφία και τη σημασία του να «γνωρίζει κανείς τα μέρη για να κατανοήσει το όλο» (ΙΕΠ, 2021α).

Θεματικό Πεδίο: Παιδί και Επικοινωνία. Οι δύο ΘΕ που συνιστούν το συγκεκριμένο ΘΠ, η Γλώσσα και οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ), έχουν ρόλο - κλειδί στο ΠΣ και αποτελούν τη βάση για όλα τα Θεματικά Πεδία. Η Θεματική Ενότητα ΤΠΕ δίνει έμφαση στην ανάπτυξη ικανοτήτων που αφορούν την εξοικείωση των παιδιών με τη χρήση ψηφιακών περιβαλλόντων και την ανάπτυξη δεξιοτήτων διαχείρισης της πληροφορίας για την κάλυψη διαφορετικών επικοινωνιακών αναγκών. Παράλληλα, βοηθά τα παιδιά να αναπτύξουν κριτική στάση και ορθές συνήθειες σε σχέση με την αξιοποίηση των ΤΠΕ, προετοιμάζοντας τα κατάλληλα σε σχέση με τις προκλήσεις της ψηφιακής κοινωνίας. Δίνει, επιπλέον, τη δυνατότητα μεταφοράς της μαθησιακής εμπειρίας πέρα από τα στενά όρια της σχολικής τάξης και διευκολύνει τα παιδιά, με κατάλληλη καθοδήγηση από τις/τους νηπιαγωγούς, να προβαίνουν σε ενημερωμένες και υπεύθυνες επιλογές για τα ζητήματα που τα αφορούν, καθώς επιτρέπει την πρόσβαση σε ευρεία γκάμα πληροφοριών (ΙΕΠ, 2021α).

Θεματικό Πεδίο: Παιδί και Θετικές Επιστήμες. Το ΘΠ «Παιδί και Θετικές Επιστήμες» εστιάζει στις κοινές διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα δυναμικά, αλληλεπιδραστικά και συμπληρωματικά, όταν τα παιδιά οικοδομούν τις έννοιες στα Μαθηματικά, στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία Κατασκευών. Στο πλαίσιο της διερευνητικής μάθησης οδηγούνται σταδιακά στη συστηματοποίηση της σκέψης, καθώς επεξεργάζονται έννοιες και μεθόδους των επιστημών μέσα από καθημερινές καταστάσεις και προβλήματα που καλούνται να επιλύσουν.

Κατανοώντας το πώς ένα πρόβλημα της καθημερινότητας μπορεί να μετατραπεί σε μαθηματικό πρόβλημα, ενισχύεται ο μαθηματικός γραμματισμός υπό το πρίσμα της κοινωνικοπολιτισμικής προσέγγισης, ενώ παράλληλα μετασχηματίζεται σε εργαλείο μάθησης για τις Φυσικές Επιστήμες. Τα Μαθηματικά προσφέρουν το σύστημα των ενεργειών, ενώ οι Φυσικές Επιστήμες αποτελούν το πλαίσιο μέσα στο οποίο τα παιδιά κατανοούν τον κόσμο και τα φαινόμενα και δρουν στη σύγχρονη πραγματικότητα. Επιπρόσθετα, η Θεματική Ενότητα «Τεχνολογία Κατασκευών» αποτελεί την πρακτική εφαρμογή των Φυσικών Επιστημών, καθώς αυτές οι δύο μαθησιακές περιοχές είναι άρρηκτα συνδεδεμένες και οι γνώσεις και δεξιότητες που απορρέουν από τον συνδυασμό τους παρέχουν στα παιδιά τις βάσεις, τα απαραίτητα εφόδια και τις ευκαιρίες που χρειάζονται για να ανταπεξέλθουν στον σύνθετο και απαιτητικό σύγχρονο κόσμο ως επιστημονικά εγγράμματοι πολίτες (ΙΕΠ, 2021α).

Θεματικό Πεδίο: Παιδί, Σώμα, Δημιουργία και Έκφραση. Οι δύο ΘΕ που συνιστούν το συγκεκριμένο ΘΠ, η Κινητική Αγωγή και οι Τέχνες, αλληλοσυμπληρώνονται προκειμένου να προωθήσουν την κινητική και καλλιτεχνική έκφραση των παιδιών. Στη Θεματική Ενότητα «Τέχνες» παρέχονται στα παιδιά ευκαιρίες δημιουργικής αναπαράστασης και επικοινωνίας των ιδεών και των συναισθημάτων τους. Οι στόχοι της ενότητας επικεντρώνονται στην ανάπτυξη της οπτικής, ακουστικής και αισθητικής αντίληψης, στην ενεργοποίηση της φαντασίας και της κριτικής σκέψης των παιδιών, μέσα από την επαφή με σημαντικά έργα της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς και ποικίλα ερεθίσματα που καλλιεργούν το αισθητικό τους κριτήριο. Παράλληλα ο δημιουργικός συνδυασμός υλικών και μέσων ενθαρρύνει τον μετασχηματισμό των προσωπικών βιωμάτων των παιδιών σε καλλιτεχνική έκφραση, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη ενεργών πολιτών που διαχειρίζονται τις προκλήσεις της καθημερινότητας με ευαισθησία, επινοητικότητα και επιδεξιότητα (ΙΕΠ, 2021α).

3.2.1.2. *Νέα Προγράμματα Σπουδών στο Δημοτικό Σχολείο*

Ο **Ψηφιακός Γραμματισμός** συνιστά πλέον εγγενές τμήμα των ΠΣ στις περισσότερες χώρες του κόσμου από τα πρώτα στάδια του σχολείου. Αφορά όλο το εύρος εκείνων των ικανοτήτων που πρέπει να διαθέτουν οι μαθητές/τριες και σχετίζονται με τη χρήση των ΤΠΕ για: α) την αναζήτηση, συλλογή, αξιολόγηση και διαχείριση πληροφορίας από ποικίλα μέσα και πηγές, β) τη δημιουργία ψηφιακού περιεχομένου και νέων πληροφοριών και γ) την επικοινωνία και το διαμοιρασμό πληροφοριών με άλλους με στόχο την οικοδόμηση γνώσεων και την επίλυση προβλημάτων. Συμπληρωματική ως προς τον Ψηφιακό Γραμματισμό έννοια είναι αυτή του **Πληροφορικού Γραμματισμού**, που αφορά την εις βάθος οικοδόμηση γνώσεων για βασικές έννοιες της Πληροφορικής και τον τρόπο λειτουργίας της υπολογιστικής τεχνολογίας. Στα σύγχρονα ΠΣ ο Ψηφιακός και ο Πληροφορικός Γραμματισμός θεωρούνται πλέον γνωστικά-μαθησιακά αντικείμενα αντίστοιχης σπουδαιότητας με τον Γλωσσικό Γραμματισμό, τον Μαθηματικό Γραμματισμό και τον Επιστημονικό Γραμματισμό. Ο Ψηφιακός και ο Πληροφορικός Γραμματισμός ολοκληρώνονται όταν εντάσσουν στις πρακτικές τους όχι μόνο ικανότητες γνώσης, κατανόησης και χρήσης των ψηφιακών εργαλείων αλλά και την ανάπτυξη της αλγοριθμικής σκέψης και της προγραμματιστικής ικανότητας, που αποτελούν βασικές συνιστώσες της **Υπολογιστικής Σκέψης**. Υπό το πρίσμα αυτό, οι διαστάσεις του Ψηφιακού και του Πληροφορικού Γραμματισμού δεν εμπερικλείουν απλώς τη γνωριμία των μαθητών/τριών με τις ψηφιακές τεχνολογίες και την εις βάθος κατανόηση της λειτουργίας τους, αλλά αφορούν κυρίως την ανάπτυξη ικανοτήτων δημιουργίας και έκφρασης με τις τεχνολογίες αυτές, οι οποίες αποτελούν εγγενές μέρος του κόσμου μέσα στον οποίο αναπτύσσονται τα παιδιά. Η δημιουργία και η έκφραση συνιστούν ικανότητες υψηλού επιπέδου και συνδυάζουν τόσο χρήσεις ψηφιακών εργαλείων παραγωγής και μετασχηματισμού ψηφιακού υλικού (κείμενα, εικόνες, ήχους, κ.λπ.) όσο και αξιοποίηση τεχνολογιών ελέγχου και αλγοριθμικής προσέγγισης, όπως η ρομποτική και ο προγραμματισμός (ΙΕΠ, 2021β).

Ο Ψηφιακός και ο Πληροφορικός Γραμματισμός συμπεριλαμβάνουν όλες εκείνες τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες κατά τις οποίες οι μαθητές/-τριες, με ή χωρίς την υποστήριξη του/της εκπαιδευτικού, έρχονται σε επαφή, γνωρίζουν, εξοικειώνονται και κατανοούν λειτουργίες των ψηφιακών τεχνολογιών και της Πληροφορικής ως επιστήμης και παράλληλα κατανοούν τον ρόλο τους στη σύγχρονη κοινωνία και τον

πολιτισμό. Προφανώς, οι γραμματισμοί αυτοί δεν μπορούν να αναπτυχθούν πλήρως εάν αφορούν μόνο ικανότητες κατανόησης και χρήσης των υπολογιστικών εργαλείων και εάν δεν εντάξουν στην προβληματική τους και την ανάπτυξη της ικανότητας Υπολογιστικής Σκέψης, το σύνολο γνώσεων, δεξιοτήτων, στάσεων και αξιών που σχετίζονται με την επίλυση προβλημάτων με τη χρήση υπολογιστικών εργαλείων (οργάνωση και ανάλυση δεδομένων, σχεδιασμός συστημάτων, εντοπισμός σφαλμάτων, μοντελοποίηση, βελτιστοποίηση).

Στο νέο ΠΣ του μαθήματος ΤΠΕ και Πληροφορικής του Δημοτικού Σχολείου υιοθετείται η φιλοσοφία του Διαθεματικού Ενιαίου Πλαισίου Προγράμματος Σπουδών για την Πληροφορική, από την προσχολική εκπαίδευση έως το Λύκειο. Το νέο ΠΣ ακολουθεί μια σειρά από εξειδικευμένες αρχές, με στόχο να αποτελέσει τη βάση για την εκπαίδευση των μελλοντικών πολιτών της χώρας μας την επόμενη τουλάχιστον δεκαετία (ΙΕΠ, 2021β):

1) Ισορροπία Ψηφιακού και Πληροφορικού Γραμματισμού: Η Πληροφορική στο Δημοτικό Σχολείο πρέπει να συνδυάζει αρμονικά την ανάπτυξη Ψηφιακού Γραμματισμού (ικανότητα δημιουργικής χρήσης της Ψηφιακής Τεχνολογίας) με την εκπαίδευση σε στοιχεία και θεμελιώδεις έννοιες και μεθόδους της Πληροφορικής ως επιστήμης.

2) Υπολογιστική Σκέψη – Επίλυση προβλημάτων: Η αποτελεσματική χρήση υπολογιστικών εργαλείων για την επίλυση προβλημάτων και η έμφαση στην καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης, σε όλες τις τάξεις του Δημοτικού Σχολείου έχουν ως στόχο να οικοδομήσουν σημαντικές ικανότητες για τη ζωή των μικρών μαθητών/-τριών.

3) Προγραμματισμός – Ανάπτυξη κώδικα: Η ανάπτυξη της αλγοριθμικής σκέψης και της προγραμματιστικής ικανότητας συνιστά ένα νέο είδος γνώσης και αφορά όλους/ες τους/τις μαθητές/τριες της υποχρεωτικής εκπαίδευσης. Οι μαθητές/τριες στο τέλος του Δημοτικού Σχολείου πρέπει να μπορούν να δημιουργούν τα δικά τους προγράμματα σε μία εκπαιδευτική γλώσσα προγραμματισμού.

4) Ανάλυση δεδομένων – Μοντελοποίηση: Η καλλιέργεια ικανοτήτων μοντελοποίησης δεδομένων πρέπει να ξεκινά από το Δημοτικό Σχολείο, και το γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής συνιστά το πλέον κατάλληλο πλαίσιο για την ανάπτυξη των ικανοτήτων αυτών.

5) Ψηφιακή ικανότητα και αυτονομία χρήσης ψηφιακών συσκευών και συστημάτων: Η ψηφιακή ικανότητα ξεκινά από την προσχολική ηλικία, οργανώνεται γύρω από μια σειρά γνώσεων, δεξιοτήτων, στάσεων και αξιών και προϋποθέτει επαρκή κατανόηση και γνώση της φύσης, του ρόλου και των ευκαιριών που παρέχουν οι ψηφιακές τεχνολογίες και τα υπολογιστικά συστήματα σε καθημερινές καταστάσεις, όπως στην προσωπική και κοινωνική ζωή, καθώς και στην εργασία.

6) Επιπτώσεις της Πληροφορικής και των Ψηφιακών Τεχνολογιών στην κοινωνία: Η ενσωμάτωση των ψηφιακών τεχνολογιών στην καθημερινότητα και η καθημερινή δραστηριοποίηση των παιδιών στο Διαδίκτυο γίνονται όλο και εκτενέστερες. Το γεγονός αυτό καθιστά αναγκαία την προετοιμασία των μαθητών/τριών ώστε να χρησιμοποιούν τις ψηφιακές τεχνολογίες αποτελεσματικά, με ασφάλεια, με ενσυναίσθηση της πολυπολιτισμικότητας του μέσου, σεβόμενοι/ες τα πνευματικά δικαιώματα και τα προσωπικά δεδομένα.

7) Ψηφιακή πολιτειότητα: Το ΠΣ ΤΠΕ και Πληροφορική στοχεύει στην προετοιμασία όλων των μαθητών/τριών, ώστε να συμμετέχουν ενεργά και με κριτικό τρόπο στην κοινωνία και να μπορούν να ευημερήσουν στις συνεχώς μεταβαλλόμενες συνθήκες της σύγχρονης εποχής.

8) Ικανότητα χρήσης των Ψηφιακών Τεχνολογιών ως εργαλείο και περιβάλλον μάθησης: Οι εκπαιδευτικές ψηφιακές τεχνολογίες έχουν μετασηματίσει τον τρόπο που μαθαίνουμε σε τυπικό και άτυπο πλαίσιο, καθώς και σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης (όπως η πανδημία Covid-19). Με το ΠΣ ΤΠΕ και Πληροφορικής, οι μαθητές/τριες εξοικειώνονται με τις ψηφιακές τεχνολογίες μάθησης και εξασκούνται στον αυτενεργό σχεδιασμό της μάθησής τους για σχολικά θέματα αλλά και γενικότερα (ΙΕΠ, 2021β).

3.2.1.3. Τα Εργαστήρια Δεξιοτήτων

Στο πλαίσιο του Ωρολογίου Προγράμματος του Νηπιαγωγείου, τα Εργαστήρια Δεξιοτήτων εντάσσονται στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα της τάξης και υλοποιούνται κατά την πρωινή λειτουργία και στο χρονικό διάστημα (διδασκτικές ώρες) που ορίζεται για τις «Οργανωμένες Δραστηριότητες και διερευνήσεις με βάση το ΔΕΠΠΣ - ΑΠΣ», σε τρεις (3) διδασκτικές ώρες, κατανεμημένες δύο (2) με τρεις (3) φορές την εβδομάδα. Ο/Η νηπιαγωγός έχει την ευελιξία να επιλέγει ανάλογα με το πλαίσιο, τη δυναμική της

ομάδας και τα ενδιαφέροντα των νηπίων, τη θεματική που θα διαπραγματεύεται στην τάξη.

Στο Δημοτικό Σχολείο, τα Εργαστήρια Δεξιοτήτων αντικαθιστούν τις ώρες της Ευέλικτης Ζώνης καθώς ο σκοπός τους ταυτίζεται με το σκοπό και τη θεματολογία της. Τα Εργαστήρια Δεξιοτήτων εμπλουτίζουν τη θεματολογία της «Ευέλικτης Ζώνης Διαθεματικών και Δημιουργικών Δραστηριοτήτων» με συγκεκριμένες ΘΕ, απαραίτητες για την ανάπτυξη δεξιοτήτων, την απόκτηση ικανοτήτων και τη διαμόρφωση στάσεων ενισχύοντας την ιδιότητα του ενεργού πολίτη, με στόχο να αντισταθμίσουν την ανελαστικότητα, τις μονομέρειες και τον πολυκερματισμό του παραδοσιακού σχολείου και να διαποτίσουν με τις αρχές τους και τις πρακτικές τους την καθημερινή διδακτική πράξη.

Ως προς την υλοποίηση των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων ισχύουν τα κάτωθι ανά βαθμίδα:

α) Στο Νηπιαγωγείο οργανώνουν, συντονίζουν και διδάσκουν οι εκπαιδευτικοί του κλάδου ΠΕ60 Νηπιαγωγών.

β) Στο Δημοτικό οργανώνουν, συντονίζουν και διδάσκουν με προτεραιότητα οι εκπαιδευτικοί του κλάδου ΠΕ70 Δασκάλων και ακολούθως οι εκπαιδευτικοί όλων των ειδικοτήτων που υπηρετούν στη σχολική μονάδα (Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων, 2021).

Στο υποχρεωτικό ωρολόγιο πρόγραμμα όλων των Νηπιαγωγείων, Δημοτικών και Γυμνασίων εντάσσονται από το Σεπτέμβριο τα Εργαστήρια Δεξιοτήτων, σε συνέχεια της πιλοτικής εφαρμογής τους το προηγούμενο σχολικό έτος σε 218 σχολεία της χώρας, σύμφωνα με απόφαση του υπουργείου Παιδείας.

Τα Εργαστήρια Δεξιοτήτων αποτελούν καινοτόμο, δυναμική, διδακτική, εκπαιδευτική δράση, η οποία συνίσταται στην προσθήκη νέων ΘΕ, με εστίαση στις δεξιότητες, στο υποχρεωτικό ωρολόγιο πρόγραμμα του Νηπιαγωγείου, του Δημοτικού και του Γυμνασίου, αξιοποιώντας σύγχρονες και καινοτόμες μεθόδους μάθησης. Βασική αρχή των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων είναι να συνδυάζουν το γνωστικό πεδίο των ΠΣ με την ανάπτυξη βασικών ικανοτήτων των μαθητών με σκοπό τη διάπλυσή τους σε ελεύθερους και υπεύθυνους πολίτες. Σκοπός των «Εργαστηρίων δεξιοτήτων» είναι η ενίσχυση της καλλιέργειας ήπιων δεξιοτήτων, δεξιοτήτων ζωής και δεξιοτήτων τεχνολογίας και επιστήμης στις μαθήτριες και στους μαθητές.

Στους επιμέρους στόχους των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων είναι η μάθηση μέσω ομαδοσυνεργατικής, δημιουργικής και κριτικά αναστοχαζόμενης διδακτικής μεθοδολογίας, η ενίσχυση των δεξιοτήτων ζωής, διαμεσολάβησης και υπευθυνότητας, η ενίσχυση των δεξιοτήτων ψηφιακής μάθησης, τεχνολογίας και προγραμματιστικής σκέψης.

Η τυπική εκπαίδευση και κατάρτιση πρέπει να εφοδιάζει τους πολίτες με ένα ευρύ φάσμα δεξιοτήτων που ανοίγουν το δρόμο για την προσωπική ολοκλήρωση και ανάπτυξη, την κοινωνική ένταξη, την ιδιότητα του ενεργού πολίτη και την απασχόληση. Σε αυτές περιλαμβάνονται εκτός από τις στοιχειώδεις γνώσεις γραφής και ανάγνωσης, θετικών επιστημών και ξένων γλωσσών, και εγκάρσιες δεξιότητες και βασικές ικανότητες, όπως οι ψηφιακές ικανότητες, η κριτική σκέψη, η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και η ικανότητα για μάθηση. Οι δεξιότητες αυτές πρέπει να ενισχύονται δια βίου και να δίνουν τη δυνατότητα στους πολίτες να εξελίσσονται σε μεταβαλλόμενους χώρους εργασίας και στην κοινωνία, καθώς και να ανταπεξέρχονται στην πολυπλοκότητα και την αβεβαιότητα του σύγχρονου κόσμου.

Στα Εργαστήρια Δεξιοτήτων, οι στοχοθετημένες δεξιότητες ομαδοποιούνται και καλλιεργούνται σε τέσσερις κύκλους στοχοθεσίας ως εξής (Εργαστήρια Δεξιοτήτων στα σχολεία: προγράμματα σπουδών και θεματικές ενότητες, 2021):

A) Δεξιότητες 21ου αιώνα (4cs)

A1. Δεξιότητες μάθησης 21 ου αιώνα (4cs) (Κριτική σκέψη, Επικοινωνία, Συνεργασία, Δημιουργικότητα)

A2. Ψηφιακή μάθηση 21ου αιώνα (4cs σε ψηφιακό περιβάλλον) (Ψηφιακή επικοινωνία, Ψηφιακή συνεργασία, Ψηφιακή δημιουργικότητα, Ψηφιακή κριτική σκέψη, Συνδυαστικές δεξιότητες ψηφιακής τεχνολογίας, επικοινωνίας και συνεργασίας)

A3. Παραγωγική μάθηση μέσω των τεχνών και της δημιουργικότητας.

B) Δεξιότητες ζωής

B1. Δεξιότητες της κοινωνικής ζωής (Αυτομέριμα, Κοινωνικές δεξιότητες, Ενσυναίσθηση και ευαισθησία, Πολιτειότητα, Προσαρμοστικότητα, Ανθεκτικότητα, Υπευθυνότητα)

B2. Δεξιότητες της ψηφιακής ιθαγένειας (Ευχέρεια στην ηλεκτρονική διακυβέρνηση, Ψηφιακή πολιτειότητα, Ασφαλής πλοήγηση στο διαδίκτυο, Προστασία από εξαρτητικές συμπεριφορές στις τεχνολογίες, ανθεκτικότητα)

B3. Δεξιότητες διαμεσολάβησης και κοινωνικής ενσυναίσθησης (Ενσυναίσθηση και ευαισθησία, Διαμεσολάβηση, Επίλυση συγκρούσεων, Πολιτειότητα)

B4. Δεξιότητες επιχειρηματικότητας (Πρωτοβουλία, Οργανωτική ικανότητα, Προγραμματισμός, Παραγωγικότητα, Αποτελεσματικότητα).

Γ) Δεξιότητες της τεχνολογίας, της μηχανικής και της επιστήμης

Γ1. Δεξιότητες της τεχνολογίας (Δεξιότητες δημιουργίας και διαμοιρασμού ψηφιακών δημιουργημάτων, Δεξιότητες ανάλυσης και παραγωγής περιεχομένου σε έντυπα και ηλεκτρονικά μέσα, Δεξιότητες διεπιστημονικής και διαθεματικής χρήσης των ψηφιακών τεχνολογιών)

Γ2. Δεξιότητες διαχείρισης των Μέσων (Πληροφορικός γραμματισμός, Ψηφιακός γραμματισμός, Τεχνολογικός γραμματισμός, Γραμματισμός στα μέσα, Ασφάλεια στο διαδίκτυο)

Γ3. Ρομποτική (Δεξιότητες μοντελισμού και προσομοίωσης, Επιστημονική/ υπολογιστική σκέψη).

Δ) Δεξιότητες του νου

Δ1. Στρατηγική Σκέψη (Οργανωσιακή σκέψη, Μελέτη περιπτώσεων και Επίλυση προβλημάτων)

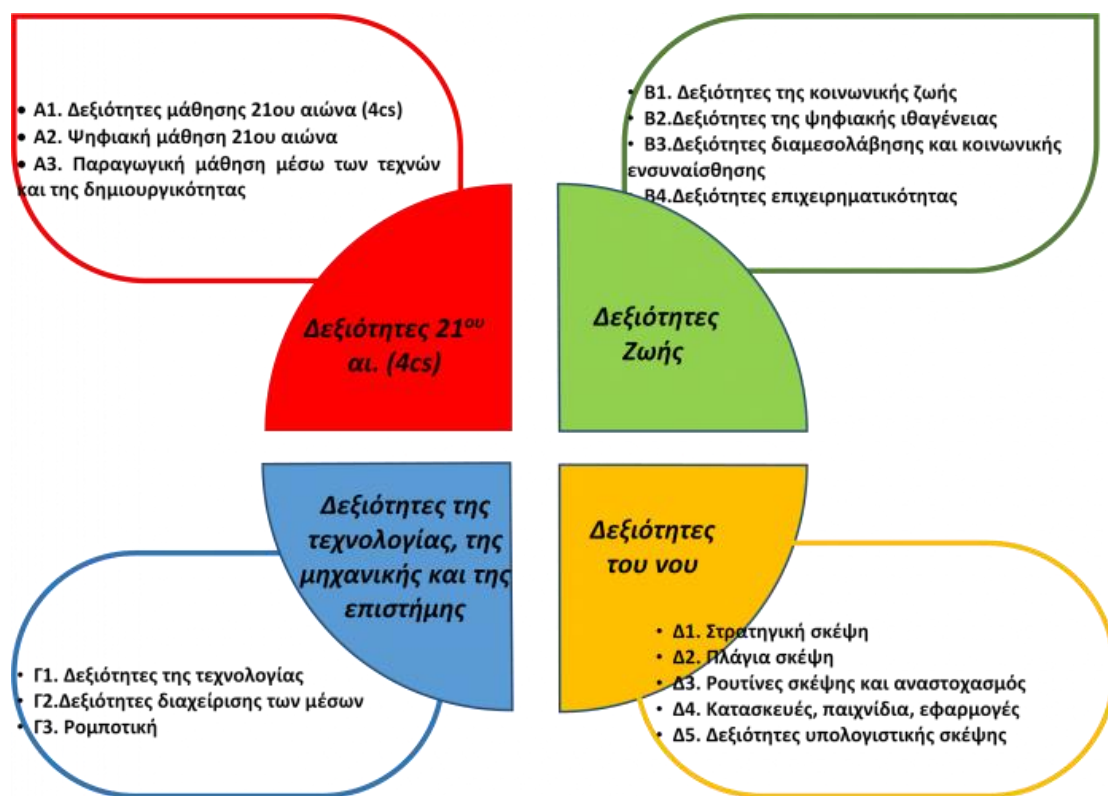
Δ2. Πλάγια σκέψη (Δημιουργική, παραγωγική, ολιστική σκέψη)

Δ3. Ρουτίνες σκέψης και αναστοχασμός

Δ4. Κατασκευές, παιχνίδια, εφαρμογές

Δ5. Δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης (Επιστημονική/ υπολογιστική σκέψη διαμεσολάβηση) (Εργαστήρια Δεξιοτήτων στα σχολεία: ΠΣ και θεματικές ενότητες, 2021).

Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται παρακάτω (**Εικόνα 1**):



Εικόνα 1: Οι κύκλοι στοχοθεσίας των δεξιοτήτων

3.2.1.4. Η Υπολογιστική Σκέψη και η Εκπαίδευση STEAM στα Νέα Προγράμματα Σπουδών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Στα νέα ΠΣ που ανακοινώθηκαν τον Νοέμβριο του 2021, γίνεται σαφής και εκτενής αναφορά στην εισαγωγή της ΥΣ στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Ειδικότερα, στα νέα ΠΣ γίνεται φανερό πως ο σχεδιασμός και η οργάνωση του περιεχομένου του μαθήματος ΤΠΕ και Πληροφορικής είναι ενιαία για όλες τις τάξεις του Δημοτικού Σχολείου, ακολουθώντας τις αρχές της **συνέχειας** και της **σπειροειδούς προσέγγισης**.

Το περιεχόμενο διαρθρώνεται σε δύο άξονες: α) τα κύρια **Θεματικά Πεδία**, τα οποία έχουν προσδιοριστεί με ενιαίο και συνεκτικό τρόπο, από το Δημοτικό Σχολείο μέχρι το Λύκειο και β) τις **πρακτικές** που αναμένεται να ακολουθήσουν οι μαθητές/-τριες προκειμένου να επιτύχουν τα προσδοκώμενα αποτελέσματα αλλά και να είναι σε θέση να συνεχίσουν να αναπτύσσουν τις ικανότητές τους στην Πληροφορική (ΙΕΠ, 2021β).

Α) Τα **Θεματικά Πεδία** αφορούν τα ακόλουθα:

1. Αλγοριθμική και Προγραμματισμός υπολογιστικών συστημάτων.
2. Υπολογιστικά συστήματα, Ψηφιακές συσκευές, Δίκτυα.

3. Δεδομένα και Ανάλυση δεδομένων.

4. Ψηφιακός γραμματισμός.

5. Ψηφιακές τεχνολογίες και κοινωνία.

B) Οι ενδεικτικές **πρακτικές** αφορούν:

1. Πρακτικές εστιασμένες στο γνωστικό αντικείμενο της Πληροφορικής. Οι πρακτικές αυτές αφορούν την ανάπτυξη της **Υπολογιστικής Σκέψης**.

2. Πρακτικές σχετικές με τις ΤΠΕ. Οι πρακτικές αυτές εστιάζουν στην ασφαλή και υπεύθυνη ενσωμάτωση της ψηφιακής τεχνολογίας σε καθημερινές δραστηριότητες εντός και εκτός σχολείου.

3. Εγκάρσιες πρακτικές. Οι πρακτικές αυτές εξελίσσονται σε πλαίσια **αυθεντικής μάθησης** και βασίζονται στην επίλυση προβλήματος, στη διερευνητική προσέγγιση και στη δημιουργικότητα των μαθητών/-τριών με χρήση υπολογιστικών εργαλείων.

Σχεδιασμός Μάθησης

Σύμφωνα με τα νέα ΠΣ, ο σχεδιασμός της μάθησης θα πρέπει να διαμορφώνει ένα αποτελεσματικό πλαίσιο ανάπτυξης των μαθητών/-τριών συνδυάζοντας πρακτικές ΥΣ και ψηφιακού γραμματισμού μέσω της υλοποίησης μαθησιακών δραστηριοτήτων, οι οποίες ολοκληρώνονται με την ανάπτυξη ενός τεχνουργήματος (προγράμματος, ψηφιακού έργου, κ.λπ.). Προτείνεται να υιοθετηθεί ο ατομικός ηλεκτρονικός φάκελος εργασιών που τηρείται σε ψηφιακή πλατφόρμα της τάξης, όπου κάθε μαθητής/-τρια θα αποθηκεύει τα προγράμματα και τα ψηφιακά έργα που έχει αναπτύξει στο πλαίσιο ατομικών και ομαδικών εργασιών που του έχει αναθέσει ο/η εκπαιδευτικός της τάξης.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην υλοποίηση από τους/τις μαθητές/-τριες ενός σχεδίου εργασίας Πληροφορικής, διάρκειας 6-8 διδακτικών ωρών. Το σχέδιο εργασίας δεν αποτελεί ανεξάρτητη θεματική ενότητα, αλλά εντάσσεται σε έναν ή περισσότερους από τους πέντε θεματικούς άξονες που παρουσιάσαμε παραπάνω. Στόχος είναι όλοι/-ες οι μαθητές/-τριες να έχουν την ευκαιρία να ολοκληρώσουν τις υπολογιστικές τους ικανότητες μέσω της συμμετοχής τους στη δημιουργία ψηφιακών τεχνουργημάτων (ΙΕΠ, 2021β).

Από την άλλη, στα νέα ΠΣ δεν γίνεται ξεχωριστή αναφορά στην εφαρμογή της προσέγγισης STEAM στα σχολεία της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Αντιθέτως, η έννοια της εκπαίδευσης STEAM κάνει για πρώτη φορά την εμφάνισή της στα

Εργαστήρια Δεξιοτήτων και πιο συγκεκριμένα στον τρίτο κύκλο στοχοθεσίας με τίτλο: «Δεξιότητες της τεχνολογίας, της μηχανικής και της επιστήμης», τα οποία παρουσιάστηκαν λεπτομερώς στην προηγούμενη ενότητα (Ενότητα 3.2.1.3).

3.2.2. Η Εκπαίδευση STEAM στο Αυστραλιανό Πρόγραμμα Σπουδών

Η εκπαίδευση STEAM στο Αυστραλιανό ΠΣ εντοπίζεται μέσω των μαθησιακών τομέων της Επιστήμης, των Τεχνολογιών και των Μαθηματικών, αλλά και μέσω των γενικών δυνατοτήτων, ιδιαίτερα της ικανότητας Αριθμητικής, Τεχνολογίας Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), καθώς και της Κριτικής και Δημιουργικής Σκέψης.

Η Μηχανική παρουσιάζεται σε όλο το ΠΣ μέσω των Επιστημών, των Ψηφιακών Τεχνολογιών και των Μαθηματικών. Η μηχανική παρέχει συχνά ένα πλαίσιο για τη μάθηση STEAM (Australian Curriculum, χ.χ.).

Η γνώση, η κατανόηση και οι δεξιότητες STEAM:

- ενισχύονται όταν δίνονται έμφαση στις συνδέσεις μεταξύ των περιοχών μάθησης και
- εμπλουτίζονται όταν οι τομείς μάθησης συνδυάζονται για να βρουν αυθεντικές ευκαιρίες μάθησης για τους μαθητές ως απάντηση σε ένα πρόβλημα.

3.2.2.1. Προγράμματα και Συμπράξεις στην Εκπαίδευση STEAM στην Αυστραλία

Σήμερα, υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον, τόσο από τη βιομηχανία όσο και από επαγγελματικές οργανώσεις, για την εκπαίδευση STEAM στο σχολείο, κάτι που συχνά διαφαίνεται από την πρόβλεψη για ένταξη επιπλέον δραστηριοτήτων στο ΑΠΣ. Με οργανισμούς έρευνας, πανεπιστήμια, κέντρα επιστημών και μουσεία να εμπλέκονται σε τέτοιες πρωτοβουλίες, υπάρχουν αυτήν την στιγμή περισσότερο από 250 προγράμματα εκπαίδευσης STEAM που προσφέρονται στα σχολεία της Αυστραλίας. Αυτό αποτελεί δείκτη του πόσο γρήγορα αυξάνεται το ενδιαφέρον για την εκπαίδευση STEAM.

Η Εθνική Στρατηγική για την εκπαίδευση STEAM στα σχολεία είναι προς τη διευκόλυνση αποτελεσματικών συμπράξεων με επιχειρήσεις και τη βιομηχανία. Το εύρος αυτών των προγραμμάτων έχει μια μεγάλη ποικιλία και περιλαμβάνει επαγγελματική ανάπτυξη για τους εκπαιδευτικούς, εκδηλώσεις και διαγωνισμούς (Australian Industry Group, 2017).

Τα προγράμματα και οι συνεργασίες παίζουν σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση STEAM, τόσο στην Αυστραλία όσο και διεθνώς (Marginson et al., 2013). Τα προγράμματα αυτά εκθέτουν τους μαθητές στην εκπαίδευση STEAM, αυξάνοντας έτσι τη δέσμευση τους γι' αυτήν καθώς και το ενδιαφέρον τους. Επιπρόσθετα, οι μαθητές μπορούν να ασχοληθούν με ζητήματα STEAM, εκτός τάξης, γνωρίζοντας ειδικούς του αντικειμένου (Quagliata, 2015).

3.2.2.2. Στρατηγική Αυστραλιανής Σχολικής Εκπαίδευσης STEAM 2016-2026

Στις 11 Δεκεμβρίου 2015, παρουσιάστηκε ένα 10ετές πλάνο για μια Εθνική Στρατηγική Σχολικής Εκπαίδευσης STEAM (2016-2026), το οποίο επικυρώθηκε από τους υπουργούς Παιδείας της Αυστραλίας. Το σκεπτικό ήταν ότι «*μια ανανεωμένη εθνική στρατηγική STEAM στη σχολική εκπαίδευση είναι κρίσιμη για τη διασφάλιση ότι όλοι οι νέοι Αυστραλοί θα εξοπλιστούν με τις απαραίτητες δεξιότητες και γνώσεις STEAM που θα τους βοηθήσουν στη μετέπειτα ζωή τους*» (Education Council, 2015).

Η στρατηγική αυτή επικεντρώνεται στους εξής δύο στόχους:

- να εξασφαλίσει ότι όλοι οι μαθητές τελειώνουν το σχολείο με βασικές γνώσεις και δεξιότητες STEAM και
- να εμπνεύσει τους μαθητές να αναλάβουν και να ασχοληθούν με θέματα STEAM.

Για την επίτευξη αυτών των στόχων, καθορίστηκαν πέντε στρατηγικές δράσεις:

1. Αύξηση της ικανότητας STEAM του μαθητή, της δέσμευσης και της συμμετοχής του.
2. Αύξηση της ικανότητας των εκπαιδευτικών για ποιοτική διδασκαλία STEAM.
3. Υποστήριξη των ευκαιριών για εκπαίδευση STEAM εντός του σχολείου.
4. Διευκόλυνση αποτελεσματικών συνεργασιών με την τριτοβάθμια εκπαίδευση, με επιχειρήσεις και τη βιομηχανία.
5. Δημιουργία μιας ισχυρής βάσης τεκμηρίωσης (Timms, Moyle, Weldon, & Pru, 2018).

3.2.2.3. Πολιτικές STEAM της Αυστραλιανής Κυβέρνησης

Οι πρόσφατες πολιτικές της Αυστραλιανής Κυβέρνησης (Australian Government, 2015α, 2015β, 2016) προώθησαν την εκπαίδευση STEAM στους ακόλουθους τομείς:

Μαθητές

- Θερινά σχολεία STEAM, συμμετοχή σε εθνικούς διαγωνισμούς (π.χ. “περίεργα μυαλά”)
- Μετασχολική εκπαίδευση σε συνεργασία με τη βιομηχανία

Εκπαιδευτικοί - Σχολεία

- Ψηφιακές Τεχνολογίες CSER - Εκπαιδευτικά προγράμματα (Πανεπιστήμιο της Αδελαΐδας)
- Πρόγραμμα Let’s Count Maths για γονείς
- Επιχορηγήσεις σχολείων ψηφιακού εγγραμματοςμού

ΑΠΣ

- Προγράμματα “Science by Doing”
- Early Learning STEM Australia (ELSA): βασίζεται σε εφαρμογές
- ΠΣ στις ψηφιακές τεχνολογίες και στην κωδικοποίηση

3.2.2.4. Ειδικά Σχολεία στην Αυστραλία για Εκπαίδευση STEAM

Τα ειδικά σχολεία STEAM εξασφαλίζουν ισότιμη πρόσβαση στην εκπαίδευση STEAM για όλους οι μαθητές, προσφέροντας ίσες ευκαιρίες και ενθαρρύνοντας όσους μαθητές επιθυμούν να εξειδικευτούν στην προσέγγιση STEAM. Σε όλη την Αυστραλία, τα ειδικά σχολεία STEAM έχουν ως πολιτική την αύξηση των μαθητών τους, παρέχοντας μια στοχευμένη και καινοτόμα εκπαίδευση.

Σύμφωνα με τους Erdogan και Stuessy (2015), εξειδικευμένα σχολεία STEAM υπάρχουν για πάνω από 100 χρόνια, τα οποία χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

1. Επιλεκτικά σχολεία STEAM
2. Συμπεριληπτικά σχολεία STEAM
3. Σχολεία σταδιοδρομίας στην εκπαίδευση STEAM

Ένας άλλος τρόπος ενθάρρυνσης των μαθητών να ειδικευτούν στην εκπαίδευση STEAM είναι μέσω της δημιουργίας ακαδημιών καριέρας, αυτό που μπορεί να περιγραφεί και ως «σχολείο εντός του σχολείου». Οι ακαδημίες καριέρας είναι πολυετή προγράμματα με ολοκληρωμένο ακαδημαϊκό και τεχνικό περιεχόμενο, τα οποία οργανώνονται γύρω από γενικά θέματα σταδιοδρομίας (Institute of Education Sciences, 2006). Οι ακαδημίες διατηρούν, επίσης, σχέσεις με τοπικές επιχειρήσεις και βιομηχανίες (Kemple, 2001).

3.2.2.5. *Αναθεωρημένο Πρόγραμμα Σπουδών για Εκπαίδευση STEAM*

Ένα βασικό στοιχείο της εκπαίδευσης STEAM είναι το ΑΠΣ. Το Αυστραλιανό ΠΣ είναι δομημένο γύρω από διακριτούς τομείς μάθησης και δεν ενσωματώνει σαφείς προόδους μάθησης STEAM κατά τη διάρκεια των σχολικών ετών. Υπάρχουν πολλές προκλήσεις για τον σχεδιασμό ΠΣ STEAM. Εάν ενστερνιστούμε την έννοια του STEAM ως μια ουσιαστική διεπιστημονική προσέγγιση της μάθησης, τότε τα σχολεία θα πρέπει να απευθύνονται σε όλες τις συνιστώσες της εκπαίδευσης STEAM. Μέχρι σήμερα, ωστόσο, στην Αυστραλία, δόθηκε έμφαση στο «Μ» (Μαθηματικά). Αντίθετα, η επιστημονική παιδεία και οι ΤΠΕ αξιολογούνται σε ένα δείγμα σχολείων κάθε τρία χρόνια. Τέλος, δεν υπάρχει, προς το παρόν, κάποιο ΠΣ σχετικό με τη μηχανική. Η δεύτερη πρόκληση έχει να κάνει με το τι θα συμπεριληφθεί από κάθε συνιστώσα της προσέγγισης STEAM. Κάθε τομέας του STEAM περιλαμβάνει πολλαπλούς επιμέρους κλάδους. Μέσα στην επιστήμη υπάρχει η βιολογία, η χημεία, η φυσική, κ.ά. Αυτό το πολύπλοκο και πολυποίκιλο μοτίβο κλάδων και υποκλάδων ισχύει για όλα τα στοιχεία του STEAM. Μια τρίτη πρόκληση σχετίζεται με το γεγονός πως η οικοδόμηση της γνώσης προχωρά με γοργούς ρυθμούς σε όλο το φάσμα της εκπαίδευσης STEAM και ιδιαίτερα στην επιστήμη και την τεχνολογία. Ολόκληροι νέοι επιμέρους κλάδοι εμφανίζονται με ταχύτατους ρυθμούς. Τέλος, μια τέταρτη πρόκληση αφορά τη δημιουργία μιας σύγχρονης και περισσότερο περιεκτικής προσέγγισης STEAM στο ήδη “γεμάτο” ΠΣ (Lloyd, 2013).

3.2.3. Η Εκπαίδευση STEAM στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στη Σουηδία

Τα κύρια σημεία εστίασης της Εθνικής Πολιτικής της Σουηδίας για την Ψηφιακή Εκπαίδευση στα δημοτικά σχολεία είναι τα εξής:

- Ψηφιακή μόρφωση για όλους,
- Ίσες ευκαιρίες πρόσβασης και χρήσης,
- Έρευνα και παρακολούθηση ευκαιριών ψηφιοποίησης, καθώς τα ψηφιακά εργαλεία αυξάνουν τα κίνητρα των μαθητών για μάθηση, ενώ αποτελούν πρόκληση για τους εκπαιδευτικούς,
- Αυξημένη χρήση των ΤΠΕ από μαθητές και εκπαιδευτικούς εντός των σχολείων,
- Ανάπτυξη συνθηκών για τεχνολογική υποστήριξη,

- Εκπαίδευση των μαθητών για χρήση του υπολογιστή ως εργαλείο μάθησης και
- Ανάπτυξη δεξιοτήτων σε όλα τα επίπεδα, τόσο για μαθητές, όσο και για εκπαιδευτικούς και διευθυντές σχολείων.

Στα δημοτικά σχολεία της Σουηδίας, αντιστοιχούν περίπου δύο μαθητές σε κάθε ηλεκτρονικό υπολογιστή (H/Y). Σε κάθε δημόσιο δημοτικό σχολείο παρέχονται: α) 2-4 εκπαιδευτικά πακέτα ENGINO, β) 1 πακέτο υποστηρικτικού υλικού που περιλαμβάνει πηγές ενέργειας (φωτοστοιχεία, manual generator, κουτί μπαταρίας, ανεμογεννήτριες), γ) 1-2 ρομπότ PROBOT και κατάλληλο υποστηρικτικό υλικό, συμπεριλαμβανομένου του λογισμικού προγραμματισμού PROBOTIX και δ) άλλο λογισμικό/εφαρμογές. Ο εξοπλισμός ρομποτικής υπάρχει στα σχολεία για σκοπούς διδασκαλίας.

Στη Σουηδία, από το φθινόπωρο του 2018, ο προγραμματισμός συμπεριλαμβάνεται στο ΠΣ των δημοτικών σχολείων, ειδικά στα μαθήματα των μαθηματικών και της τεχνολογίας. Αρκετοί εκπαιδευτικοί δείχνουν να έχουν χρησιμοποιήσει τη ρομποτική στη διδασκαλία τους, ωστόσο φαίνεται πως οι ικανότητες τους είναι ακόμη περιορισμένες.

3.2.3.1. Εκπαιδευτικά Προγράμματα Προγραμματισμού, Ρομποτικής και Δεξιοτήτων STEM για Εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στη Σουηδία

Στη Σουηδία, μια μεγάλη ομάδα δασκάλων φαίνεται να είναι αυτοδίδακτη χωρίς κάποια υποστήριξη από τους εργοδότες. Επιπρόσθετα, οι διευθυντές των σχολείων υπογραμμίζουν ότι απαιτείται κατάλληλη ανάπτυξη δεξιοτήτων ώστε τα μέλη του εκπαιδευτικού προσωπικού να μπορούν να διαχειρίζονται και να εκμεταλλεύονται τη διαθέσιμη ψηφιακή υποδομή στα σχολεία τους. Προφανώς, αυτή η έλλειψη δεξιοτήτων STEAM από τους δασκάλους μπορεί να επιφέρει την ανάπτυξη ενός χάσματος μεταξύ της διαθέσιμης ηλεκτρονικής υποδομής και της κατάλληλης χρήσης της για τη διαπαιδαγώγηση των μαθητών στα δημοτικά σχολεία.

3.2.3.2. Αναθεωρημένο Πρόγραμμα Σπουδών της Σουηδίας

Τον Μάρτιο του 2017, η σουηδική κυβέρνηση δέχτηκε την πρόταση του Skolverket (2017) για την εισαγωγή της ψηφιακής ικανότητας ως απαραίτητη δεξιότητα των μαθητών. Το νέο αναθεωρημένο ΠΣ είναι πλέον υποχρεωτικό και εφαρμόζεται ήδη από το φθινόπωρο του 2018.

Το Skolverket αναγνωρίζει ότι η έννοια της ψηφιακής ικανότητας αλλάζει με το χρόνο εξαιτίας των αλλαγών που συμβαίνουν στην κοινωνία, στην τεχνολογία και στις διαθέσιμες υπηρεσίες (Skolverket, 2017). Όλα όσα αναφέρονται από το Skolverket βασίζονται στο πλαίσιο DigComp που αναπτύχθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (European Commission, 2017) και την Digitalisering Kommissionen (2017). Στο ΠΣ της Σουηδίας, η ψηφιακή ικανότητα περιλαμβάνει τις εξής τέσσερις πτυχές: α) κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η ψηφιοποίηση επηρεάζει τόσο τα άτομα όσο και την κοινωνία, β) κατανόηση και γνώση του τρόπου χρήσης ψηφιακών εργαλείων και μέσων, γ) κριτική και υπεύθυνη χρήση ψηφιακών εργαλείων και πόρων και δ) ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και εφαρμογής ιδεών στην πράξη.

Επίσης, το Skolverket (2017) τονίζει ότι η ευθύνη ενίσχυσης των μαθητών ώστε να αναπτύξουν τη ψηφιακή τους ικανότητα αφορά όλα τα μαθήματα, με τον προγραμματισμό να θεωρείται μέρος αυτής της προσπάθειας. Το συμπληρωματικό υλικό διευκρινίζει ότι δεν πρέπει να εστιάζουμε στην ικανότητα γραφής κώδικα, αλλά στον προγραμματισμό ως παιδαγωγικό εργαλείο και ως μια διαδικασία επίλυσης προβλημάτων που περιλαμβάνει πολλές φάσεις. Ο προγραμματισμός πρέπει, επίσης, να θεωρηθεί μέσα σε ένα ευρύτερο πλαίσιο, συμπεριλαμβάνοντας «τη δημιουργία, τον έλεγχο, τις προσομοιώσεις και τις δημοκρατικές διαστάσεις» (Skolverket, 2017, σ. 10). Το Skolverket τονίζει τη σημασία του να βλέπουμε τον προγραμματισμό σε αυτήν την ευρύτερη προοπτική και ως μέρος και των τεσσάρων πτυχών της ψηφιακής επάρκειας που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Η προτεινόμενη στρατηγική πληροφορικής συζητά, επίσης, σημαντικά θέματα που σχετίζονται με το νέο ΠΣ. Για παράδειγμα, ασχολείται με την ανάγκη βελτίωσης των υποδομών πληροφορικής, την πρόσβαση τόσο σε σταθερά όσο και σε ανοιχτά δίκτυα Wi-Fi, καθώς και την απόκτηση υπολογιστικών συσκευών (κάθε εκπαιδευτικός πρέπει να έχει τη δική του συσκευή εντός δύο ετών, ενώ κάθε μαθητής μέσα σε τρία χρόνια). Επίσης, η στρατηγική πληροφορικής συζητά την ανάγκη για υπολογιστικές συσκευές στις οποίες τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι μαθητές θα μπορούν να δοκιμάσουν και να εγκαταστήσουν το δικό τους λογισμικό. Αυτό είναι κάτι πολύ σημαντικό, καθώς σε πολλές περιπτώσεις στη Σουηδία, η δύναμη επιλογής της μάθησης αλλά και του υλικού μάθησης έχει εκλείψει σε μεγάλο βαθμό. Τέλος, η στρατηγική πληροφορικής απαιτεί διευθυντές σχολείων και διοικητικό προσωπικό με ικανότητες κατανόησης των σχετικών ζητημάτων, μιας και είναι αυτοί που θα διαδραματίσουν ιδιαίτερα σημαντικό

ρόλο στη διαδικασία εφαρμογής της στρατηγικής, προωθώντας και υποστηρίζοντας τους εκπαιδευτικούς κατά τις προσπάθειές τους.

3.2.3.3. *Οι Τέχνες στο ΑΠΣ της Σουηδίας*

Οι εικόνες έχουν άμεση σχέση και μεγάλη σημασία για το πώς σκέφτονται, μαθαίνουν και βιώνουν οι άνθρωποι τον εαυτό τους και τον περιβάλλοντα κόσμο. Είμαστε συνεχώς περιτριγυρισμένοι από εικόνες που έχουν σκοπό να μας ενημερώσουν, να μας διασκεδάσουν και να μας προσφέρουν συναισθηματικές εμπειρίες. Η γνώση των εικόνων και η οπτική επικοινωνία είναι σημαντικές ώστε να μπορεί το άτομο να εκφράζει τις απόψεις του και να συμμετέχει ενεργά στην κοινωνία, αναπτύσσοντας παράλληλα τη δημιουργικότητά του.

Η διδασκαλία θα πρέπει να παρέχει στους μαθητές εκείνες τις ευκαιρίες ώστε να αναπτύξουν τις γνώσεις τους για να παράγουν και να μπορούν να παρουσιάζουν τις δικές τους εικόνες χρησιμοποιώντας διαφορετικές μεθόδους, διαφορετικά υλικά και μορφές έκφρασης. Επομένως, η διδασκαλία πρέπει να συμβάλλει στην ανάπτυξη της δημιουργικότητας των μαθητών. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει, επίσης, να ενθαρρύνει τους μαθητές να αναλάβουν πρωτοβουλίες τόσο για μια διερευνητική προσέγγιση των ζητημάτων όσο και για καλύτερη κατανόηση της τεχνικής επίλυσης προβλημάτων (Skolverket, 2018).

Επιπλέον, η διδασκαλία των τεχνών θα πρέπει να προσφέρει στους μαθητές ευκαιρίες συζήτησης και κριτικής εξέτασης διαφορετικών μορφών οπτικής επικοινωνίας, συμβάλλοντας στην απόκτηση γνώσεων, εκ μέρους των μαθητών, για τους διαφορετικούς πολιτισμούς. Η διδασκαλία στην τέχνη θα πρέπει ουσιαστικά να δίνει στους μαθητές τις ευκαιρίες να αναπτύξουν ικανότητες, όπως:

- επικοινωνίας μέσω των εικόνων προκειμένου να εκφράζουν μηνύματα,
- δημιουργίας εικόνων χρησιμοποιώντας ψηφιακές και μη τεχνικές καθώς και εργαλεία και διαφορετικά υλικά,
- εξέτασης και παρουσίασης διαφορετικών θεματικών αντικειμένων χρησιμοποιώντας εικόνες και
- ανάλυσης ιστορικών και σύγχρονων εγγράφων.

Ειδικότερα, για τα τρία πρώτα έτη φοίτησης στο δημοτικό σχολείο, οι μαθητές των σχολείων της Σουηδίας ασχολούνται με τα ακόλουθα:

A) Παραγωγή εικόνων: i) παραγωγή αφηγηματικών εικόνων, όπως εικονογραφήσεις για βιβλία ιστοριών, ii) σχέδιο, ζωγραφική και μοντελοποίηση και iii) φωτογραφία και μεταφορά εικόνων χρησιμοποιώντας λογισμικά στον υπολογιστή.

B) Εργαλεία για την παραγωγή εικόνων: i) διαφορετικά στοιχεία που συνθέτουν μια εικόνα: χρώμα, μορφή, γραμμή, επιφάνεια, πρώτο πλάνο και φόντο, ii) εργαλεία για σχέδιο, ζωγραφική, μοντελοποίηση, σχεδιασμό και φωτογράφιση και iii) υλικά που μπορούν να διαμορφωθούν (π.χ. χαρτί, πηλός, γύψος) και πώς αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα έργα τέχνης.

Γ) Ανάλυση εικόνων: i) πληροφοριακές εικόνες, όπως είναι αυτές των σχολικών βιβλίων, το πώς σχεδιάζονται και ποια η λειτουργία τους και ii) ιστορικές και σύγχρονες εικόνες, όπως: ντοκιμαντέρ με εικόνες από περιοχές καθώς και εικόνες τέχνης (Skolverket, 2018).

3.2.3.4. Η Τεχνολογία στο ΑΠΣ της Σουηδίας

Οι τεχνολογικές λύσεις ήταν πάντα σημαντικές για τον άνθρωπο και την ανάπτυξη της κοινωνίας μας. Οι κινητήριες δυνάμεις πίσω από την εξέλιξη της τεχνολογίας ήταν, συχνά, η επιθυμία επίλυσης προβλημάτων και η κάλυψη των ανθρωπίνων αναγκών. Στην εποχή μας, επιβάλλονται πιο ακριβείς απαιτήσεις σχετικά με την τεχνολογική τεχνογνωσία, τόσο στην καθημερινή όσο και στην επαγγελματική ζωή, κάτι που καθιστά τη σημασία της εκπαίδευσης πάνω στην τεχνολογία ως ιδιαίτερα σημαντική (Skolverket, 2018).

Η διδασκαλία της τεχνολογίας θα πρέπει να στοχεύει στο να παρέχει βοήθεια τους μαθητές ώστε να αναπτύξουν τις τεχνικές τους γνώσεις και δεξιότητες, προκειμένου να μπορούν να ενεργούν στον σύγχρονο κόσμο. Η διδασκαλία θα πρέπει να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν το ενδιαφέρον τους για την τεχνολογία και την ικανότητά τους να αντιμετωπίζουν τεχνικές προκλήσεις με καινοτόμο τρόπο.

Μέσω της διδασκαλίας, θα πρέπει να δοθούν στους μαθητές οι προϋποθέσεις για την ανάπτυξη της γνώσης σχετικά με την τεχνολογία στην καθημερινή ζωή τους καθώς και να αποκτήσουν εξοικείωση με συγκεκριμένους όρους και έννοιες. Εκτός, από την ανάπτυξη γνώσεων αναφορικά με την επίλυση διαφορετικών προβλημάτων και την ικανοποίηση των αναγκών τους, οι μαθητές θα πρέπει να κληθούν να αναπτύξουν τις δικές τους τεχνικές ιδέες και λύσεις, αξιοποιώντας κατάλληλα την τεχνολογία.

Το ΑΠΣ θα πρέπει να δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να κατανοήσουν τη σημασία της τεχνολογίας και να βρίσκουν τεχνικές λύσεις, εξετάζοντας και τις επιπτώσεις στους ανθρώπους, την κοινωνία και το περιβάλλον. Επιπλέον, θα πρέπει οι μαθητές να μπορούν να αξιολογούν την τεχνική λύσεις και να τις συσχετίζουν με ερωτήματα που αφορούν την αισθητική, την ηθική, την οικονομία και τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Επίσης, θα πρέπει να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν τις γνώσεις τους για την ιστορική εξέλιξη της τεχνολογίας, ώστε να είναι σε θέση να κατανοήσουν περίπλοκα τεχνολογικά φαινόμενα και περιβάλλοντα καθώς και το πώς η τεχνολογία επηρεάζει την ανάπτυξη της κοινωνίας. Τέλος, η διδασκαλία της τεχνολογίας θα πρέπει να συμβάλει ώστε οι μαθητές να κατανοήσουν τον τρόπο με τον οποίο έχει αναπτυχθεί η τεχνολογία και το πώς αυτή αλληλεπιδρά με τις άλλες επιστήμες και τις διάφορες μορφές τέχνης (Skolverket, 2018). Ειδικότερα, για τα τρία πρώτα έτη σπουδών στο δημοτικό σχολείο, οι μαθητές των σχολείων της Σουηδίας ασχολούνται με τα ακόλουθα:

A) Τεχνολογικές λύσεις: i) λόγοι χρήσης των υπολογιστών, τα βασικά μέρη ενός υπολογιστή, εισαγωγή, ανάκτηση και αποθήκευση πληροφοριών (π.χ. πληκτρολόγιο, οθόνες, σκληροί δίσκοι, κ.ά.), ii) κοινές τεχνικές λύσεις «αντιγράφοντας» στοιχεία από την ίδια τη φύση, iii) επιλογή υλικών για τις δικές τους κατασκευές και κατανόηση των ιδιοτήτων τους και iv) απλές λέξεις και έννοιες σχετικές με την τεχνολογία.

B) Μέθοδοι εργασίας για την ανάπτυξη τεχνολογικών λύσεων: i) μελέτη κατασκευής και λειτουργίας κάποιων καθημερινών αντικειμένων, καθώς και του τρόπου σχεδίασής τους και καταγραφή προτάσεων για το πώς μπορούν να βελτιωθούν, ii) δημιουργία κατασκευών με την εφαρμογή απλών μηχανισμών, iii) έλεγχος αντικειμένων μέσω προγραμματισμού και iv) τεκμηρίωση με τη μορφή απλών σκίτσων, εικόνων, φυσικών και ψηφιακών μοντέλων.

Γ) Τεχνολογία, άνθρωπος, κοινωνία και περιβάλλον: i) αντικείμενα από την καθημερινή ζωή των μαθητών και πώς αυτά προσαρμόζονται στις ανθρώπινες ανάγκες, ii) αλλαγή των αντικειμένων στην καθημερινή ζωή των μαθητών με την πάροδο του χρόνου και iii) κανόνες ασφάλειας κατά τη χρήση της τεχνολογίας, όπως για παράδειγμα κατά την ενασχόληση με την ηλεκτρική ενέργεια ή τη χρήση υπηρεσιών του διαδικτύου (Skolverket, 2018).

3.2.4. Η Εκπαίδευση STEAM στο Πρόγραμμα Σπουδών της Νότιας Κορέας

Το Υπουργείο Παιδείας της Νότιας Κορέας, το 2011, εξέδωσε μια εθνική πολιτική ατζέντα, που περιελάμβανε την προώθηση και την ενσωμάτωση της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής, των τεχνών και της μαθηματικής εκπαίδευσης (στο εξής STEAM) στο ΑΠΣ (Kelley & Knowles, 2016).

Η ολοκληρωμένη εκπαίδευση STEAM, στη Νότια Κορέα, είναι μια προσέγγιση για την προετοιμασία εγγράμματων πολιτών και για μια κοινωνία υψηλής τεχνολογίας μέσω της ενσωμάτωσης της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής, των τεχνών και των μαθηματικών στην εκπαίδευση. Έκτοτε, η κυβέρνηση της Νότιας Κορέας έχει διαθέσει ένα σημαντικό ποσό του εκπαιδευτικού προϋπολογισμού για την προώθηση του STEAM μέσα από διάφορες δράσεις και πρωτοβουλίες. Με την ιδέα της δημιουργίας καινοτόμων στοχαστών, ενσωματώνοντας ιδέες από τα πεδία STEAM, επινοήθηκε ο όρος «εκπαίδευση σύγκλισης» ο οποίος χρησιμοποιείται και αναφέρεται στην ολοκληρωμένη πρωτοβουλία εκπαίδευσης STEAM. Η σύγκλιση αναφέρεται στη δημιουργία νέων ιδεών ή προϊόντων που σχηματίζονται μέσα από μία διεπιστημονική ή πολυεπιστημονική σκέψη. Έτσι, ο κύριος στόχος της ολοκληρωμένης εκπαίδευσης STEAM είναι η ανάπτυξη «ταλέντων σε σύγκλιση» (Nam-Hwa Kang, 2019).

Με την συγχώνευση διαφόρων θεμάτων και την εφαρμογή τους στην πραγματική ζωή, η εκπαίδευση STEAM στοχεύει στην ανάπτυξη της αποκλίνουσας σκέψης των μαθητών και στον ενθουσιασμό τους για μάθηση. Ο σκοπός αυτής της διεπιστημονικής προσέγγισης είναι να προσελκύσει τα ενδιαφέροντα, τα κίνητρα και τις δυνατότητες των μαθητών στην επιστήμη και την τεχνολογία, καθώς και να αυξήσει τη δημιουργικότητά τους.

Το Αναθεωρημένο ΑΠΣ, που ανακοινώθηκε τον Αύγουστο του 2011, αντικατοπτρίζει αυτές τις αλλαγές και κατευθύνεται προς τη μετατροπή της μαθηματικής εκπαίδευσης από βασισμένη στην απομνημόνευση και τον υπολογισμό σε μια εκπαίδευση που ενισχύει την κριτική σκέψη, μέσω της ενσωμάτωσης πρακτικών και δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, αφαίρεσης και επικοινωνίας. Επιπρόσθετα, η ποσότητα της ύλης που καλύπτει το ΠΣ έχει μειωθεί κατά 20% προκειμένου να δοθεί χρόνος στους μαθητές και τους δασκάλους να σκεφτούν και να συζητήσουν τα θέματα που αντιμετωπίζουν, επιτρέποντας έτσι ένα πιο δημιουργικό περιβάλλον μάθησης, μειώνοντας παράλληλα την πίεση για κάλυψη της ύλης.

Για να πετύχει η προσέγγιση STEAM, οι δάσκαλοι αποτελούν τον πιο κρίσιμο παράγοντα. Συνεπώς, έχει ξεκινήσει προσπάθεια σταδιακής κατάρτισης των εκπαιδευτικών όλων των ειδικοτήτων (μαθηματικών, φυσικών επιστημών και τεχνικής εκπαίδευσης) (Jon & Chung, χ.χ.). Για παράδειγμα, η κυβέρνηση και η KOFAC έχουν φιλοξενήσει συμπόσια, συνέδρια, φόρουμ και εκδηλώσεις όπως η έκθεση STEAM, προκειμένου να διαδοθούν οι έννοιες και τα περιεχόμενα της εκπαίδευσης STEAM. Επιπλέον, οι δημιουργοί του προγράμματος σπουδών έχουν επισκεφθεί πόλεις για να προωθήσουν, να παρουσιάσουν και να διευκολύνουν την κατανόηση του αναθεωρημένου προγράμματος σπουδών, καθώς και για να παράσχουν υποστήριξη με τη μορφή κατάρτισης και διαλέξεων στους εκπαιδευτικούς (Lee, J. et al., 2011).

Πίνακας 2: Κατεύθυνση αναδιοργάνωσης μαθήματος STEAM

Κατεύθυνση Αναδιοργάνωσης Προγράμματος Σπουδών	
Μαθηματικά Επιστήμη	- Μειώστε τον τύπο εκμάθησης μέσω απομνημόνευσης Μαθηματικά: ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, προσανατολισμένη στη δημιουργικότητα Επιστήμη: από τη θεωρία → εργαστηριακή τάξη με επίκεντρο την έρευνα
Τεχνολογία Οικιακή οικονομία	- Αναδιάρθρωση του προγράμματος σπουδών σε σχέση με την τεχνολογία και την πραγματική ζωή (π.χ. smartphone, δορυφόροι, ουρανοξύστες, κ.λπ.)
Τέχνες	Εφαρμογή τεχνικών διδασκαλίας των τεχνών στα μαθήματα (π.χ. ανάπτυξη μοντέλου ομαδικής διδασκαλίας για τη χημεία και τις τέχνες, τη φυσική και τη μουσική, κ.ά.)

Επιπλέον, σχεδιάζεται η ίδρυση σχολών Επιστήμης και Τεχνών για τους Ταλαντούχους μαθητές στο Incheon και την πόλη Sejong, προσφέροντας έτσι στην πράξη τη διεπιστημονική εκπαίδευση. Για πρώτη φορά στην Νότια Κορέα, τα συγκεκριμένα σχολεία θα προσφέρουν στους μαθητές ευκαιρίες διεπιστημονικής εκπαίδευσης στις επιστήμες, στην τεχνολογία, στη μηχανική, στις τέχνες και στα μαθηματικά. Το πρώτο σχολείο STEAM άνοιξε τις πόρτες του τον Μάρτιο του 2015 στην πόλη Sejong, όπου μεταφέρθηκαν, επίσης, τα υπουργεία και ένας αριθμός κεντρικών διοικητικών

οργανισμών. Το δεύτερο διεπιστημονικό σχολείο ξεκίνησε τη λειτουργία του το 2016 στο Incheon (Jon & Chung, χ.χ.).

3.2.4.1. Το Περιεχόμενο της Ενσωματωμένης Προσέγγισης STEAM στη Νότια Κορέα

Τα προγράμματα STEAM, στη Νότια Κορέα, απαιτούν την εμπλοκή όλων των μαθημάτων του σχολείου, κάτι που μπορεί να προσφέρει πλούσιες ευκαιρίες μάθησης. Ενώ οι ολοκληρωμένες πρωτοβουλίες STEAM περιλαμβάνουν εκπαίδευση τόσο εντός όσο και εκτός σχολείου (Jho, Hong, & Song, 2016), τα περισσότερα προγράμματα STEAM στη Νότια Κορέα επικεντρώνονται σε προγράμματα σχολικής εκπαίδευσης.

Η Νότια Κορέα έχει υιοθετήσει ένα εθνικό ΠΣ που καλύπτει τα επίπεδα 1 έως 12, όπου τα 6 πρώτα έτη αφορούν το δημοτικό σχολείο, 3 χρόνια τις κατώτερες και 3 χρόνια τις ανώτερες τάξεις του γυμνασίου. Το ΠΣ για τις τάξεις 1 και 2 είναι θεματική ενσωματωμένη, ενώ το ΠΣ για τις τάξεις 3 έως 12 περιλαμβάνει μαθήματα όπως: επιστήμες, τεχνολογία, μαθηματικά, γλωσσικές τέχνες, κοινωνικές σπουδές και καλές τέχνες. Μέχρι το γυμνάσιο, συγκεκριμένος αριθμός ωρών διδασκαλίας, σε όλα τα μαθήματα, απαιτείται για όλους τους μαθητές ως μέρος της υποχρεωτικής εκπαίδευσης (Nam-Hwa Kang, 2019).

Αν και το κορεατικό ΠΣ, σχετικά με τις επιστήμες, απευθύνεται σε STS (επιστήμη, τεχνολογία και κοινωνία) ζητήματα, η τεχνολογία προσφέρεται ως ξεχωριστό μάθημα που απαιτείται για όλους τους μαθητές της ανώτερης εκπαίδευσης. Το ΠΣ της τεχνολογίας έχει εξελιχθεί πολύ τον τελευταίο μισό αιώνα. Αρχικά, αφορούσε κατασκευές από ξύλο, μέταλλο, ηλεκτρικά εξαρτήματα και άλλα υλικά. Ωστόσο, από τη δεκαετία του 1990, η μηχανική και η χρήση υπολογιστή έχει συμπεριληφθεί στο περιεχόμενο του ΠΣ. Σε μια πρόσφατη αναθεώρηση του το εθνικό ΠΣ έχει διαχωρίσει τις ΤΠΕ από την τεχνολογία (Υπουργείο Παιδείας της Κορέας, 2015). Έτσι, οι επιμέρους κλάδοι της STEAM είναι όλοι απαραίτητοι για κάθε μαθητή της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Σύμφωνα με το ΠΣ που βασίζεται στην πειθαρχία, οι εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στη Νότια Κορέα είναι προετοιμασμένοι να διδάξουν έναν συγκεκριμένο κλάδο στον οποίο ειδικεύτηκαν κατά τις προπτυχιακές τους σπουδές. Οι εκπαιδευτικοί, για παράδειγμα, που διδάσκουν την επιστήμη είναι προετοιμασμένοι στη φυσική, τη χημεία, τη βιολογία, κ.λπ. Ομοίως, υπάρχουν ξεχωριστοί εκπαιδευτικοί τεχνολογίας και ΤΠΕ. Επιπλέον, έχουν σχεδιαστεί προγράμματα που παρέχουν πληροφορίες και

γνώσεις σε θέματα σταδιοδρομίας, όπου αναμένονται διεπιστημονικές γνώσεις και δεξιότητες (Korea Ministry of Education, 2015).

3.2.4.2. Πρωτοβουλία Μεταρρύθμισης της Εκπαίδευσης STEAM στη Νότια Κορέα

Από τα τέλη της δεκαετίας του 1990, η Νότια Κορέα έχει παρατηρήσει μείωση στις φιλοδοξίες των μαθητών να επιλέξουν τομείς STEAM, με το ενδιαφέρον τους για την επιστήμη να παραμένει σε χαμηλά επίπεδα (Martin, Mullis, Foy, & Hooper, 2016). Στα γυμνάσια, οι μαθητές επιλέγουν τις επιστήμες λιγότερο συχνά από ότι τις ανθρωπιστικές ή τις κοινωνικές σπουδές, με συνέπεια τα πανεπιστήμια να αναγκάζονται να δέχονται υποψηφίους με λιγότερα προσόντα για ειδικότητες STEAM (Jang & Kim, 2002). Το γεγονός αυτό έχει οδηγήσει σε μια εθνική ανησυχία σχετικά με την παγκόσμια οικονομική ανταγωνιστικότητα.

Κάτι τέτοιο οδήγησε σε μεταρρυθμιστικές πρωτοβουλίες, με αποτέλεσμα να υπάρξει σημαντική εθνική χρηματοδότηση για έρευνα και ανάπτυξη για ζητήματα STEAM, δίνοντας βάση σε δύο βασικούς τομείς: α) την επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών και β) την ανάπτυξη ΠΣ για την εκπαίδευση STEAM. Η χρηματοδότηση παρέχεται, από το Υπουργείο Παιδείας της Νότιας Κορέας, σε μια κυβερνητική υπηρεσία που ονομάζεται Korea Foundation for the Advancement and Creativity (KOFAC) που οργάνωσε προγράμματα για πρωτοβουλίες STEAM (Nam-Hwa Kang, 2019).

3.2.4.3. Ανάπτυξη Προγράμματος Σπουδών STEAM στη Νότια Κορέα

Από το 2012 χρηματοδοτούνται έργα ανάπτυξης διδακτικού και εκπαιδευτικού υλικού STEAM προκειμένου να παρέχεται στους εκπαιδευτικούς αποτελεσματικό σχετικό εκπαιδευτικό υλικό.

Ο αριθμός των έργων που χρηματοδοτήθηκαν ποικίλλει μεταξύ 10 και 20 έργων για κάθε περιοχή της χώρας. Κάθε έργο ανέπτυξε εκπαιδευτικό υλικό για τα σχολεία πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Ως έργο Έρευνας και Ανάπτυξης, τα υλικά που δοκιμάζονταν στα σχολεία αξιολογούνταν προκειμένου να αναφέρονται οι επιπτώσεις εφαρμογής τους. Επίσης, χορηγείται μια κοινή αξιολόγηση του ενδιαφέροντος των μαθητών και της ικανοποίησης των εκπαιδευτικών από την συμμετοχή τους στα έργα. Από τον Ιούνιο του 2019, συνολικά 665 ενότητες που αναπτύχθηκαν και δοκιμάστηκαν είναι διαθέσιμες στην αρχική σελίδα του STEAM

που φιλοξενείται από τον KOFAC (Korea Foundation for the Advancement and Creativity, 2019).

Στα τέλη του 2015 και στις αρχές του 2016, μετά από πέντε χρόνια πρωτοβουλίας, μια έρευνα χορηγήθηκε σχετικά με το βαθμό στον οποίο παρέχονται τα προγράμματα STEAM στα σχολεία. Από τα 11.526 δημοτικά και τα σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε εθνικό επίπεδο, το 56% συμμετείχε στην έρευνα, η οποία κατέδειξε ότι το 55% των δημοτικών σχολείων, το 48% των γυμνασίων και το 32% των λυκείων προσέφεραν μαθήματα STEAM στους μαθητές τους. Τα περισσότερα από αυτά τα σχολεία πρόσφεραν κυρίως μαθήματα STEAM μέσω τακτικών μαθημάτων (67%), ή μία - δύο φορές το μήνα (60%) (Korea Foundation for the Advancement and Creativity, 2019). Επομένως, το γεγονός αυτό κατέδειξε ότι η πρωτοβουλία STEAM ενσωμάτωσε επιτυχώς τους δασκάλους στην όλη προσπάθεια.

3.2.4.4. Στόχοι της Εκπαίδευσης STEAM στην Νότια Κορέα

Η εκπαίδευση STEAM στην Νότια Κορέα στοχεύει στην αναζήτηση της σύγκλισης και της παροχής κινήτρων, ενθαρρύνοντας την αυτοκατευθυνόμενη μάθηση καθώς και την σύνδεση περιεχομένου με τις μαθησιακές εμπειρίες των ατόμων (Baek, Park, HJ., Kim, Noh, Park, J., Lee, Jeong, Choi, & Han, 2011; Park, Kim, Noh, Lee, Jeong, Choi, Han, & Baek, 2012). Η κορεατική εκπαίδευση STEAM υπογραμμίζει τρία στοιχεία: α) τον δημιουργικό σχεδιασμό, (β) την συναισθηματική επαφή και (γ) την σύγκλιση και την ενσωμάτωση του περιεχομένου (Baek et al., 2011; KOFAC, 2014).

Επιπρόσθετα, αναφέρεται στη συνολική διαδικασία με την οποία ο μαθητής αναπτύσσει δημιουργικότητα και αποτελεσματικότητα, στην προσπάθειά του να βρει τη βέλτιστη λύση σ' ένα πρόβλημα. Περιλαμβάνει την έννοια της μηχανικής, η οποία αναφέρεται σ' έναν τεχνολογικό σχεδιασμό και μια δημιουργική ικανότητα επίλυσης προβλημάτων (Jarratt, Eckert, Caldwell, & Clarkson, 2011. Kelley, Brenner, & Pieper, 2010).

Η συνεργασία είναι η φύση του δημιουργικού σχεδιασμού (Apedoe, Reynolds, Ellefson, & Schunn, 2008. Householder & Hailey, 2012. Hynes, Portsmouth, Dare, Milto, Rogers, Hammer, & Carberry, 2011). Η συνεργατική φύση αυτής της διαδικασίας επιτρέπει την επικοινωνία και την υλοποίηση συνεργατικών δραστηριοτήτων. Επίσης, οι μαθητές ωθούνται να βιώσουν όλες τις επιμέρους φάσεις μέχρι το τελικό προϊόν μάθησης.

Οι συναισθηματικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη μάθηση καλλιεργούνται περισσότερο σε σύγκριση με τα πνευματικά χαρακτηριστικά και είναι επιρρεπείς σε αλλαγές μέσω της μάθησης. Ένας αυξανόμενος αριθμός μελετών δείχνει ότι τα συναισθηματικά χαρακτηριστικά των μαθητών θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ως ιδιαίτερα καθοριστικός παράγοντας της μάθησης (Park, Byun, Sim, Han, & Baek, 2016).

Η δημιουργικότητα και οι αξίες καταδεικνύονται μέσα από τη διαδικασία της συνεργασίας και της συναγωνιστικότητας σε ομάδες (Fang, 2013). Τέλος, η ενσωμάτωση και η σύγκλιση του περιεχομένου στοχεύει στη σύνδεση του περιεχομένου της μελέτης με την πραγματική ζωή μέσα από μια ολιστική προσέγγιση και προοπτική.

Ο δημιουργικός σχεδιασμός είναι η διαδικασία με την οποία οι μαθητές (ως άτομο ή στα πλαίσια μιας ομάδας) αποκτούν την εμπειρία επίλυσης προβληματικών καταστάσεων με αυτοκατευθυνόμενο και δημιουργικό τρόπο. Οι μαθητές νιώθουν μια αίσθηση ολοκλήρωσης μέσω της εμπειρίας επίλυση προβλημάτων, έχοντας παράλληλα μια συναισθηματική εμπειρία που εμπνέει θάρρος και εμπιστοσύνη στην επίλυση μελλοντικών προκλήσεων. Ωστόσο, λίγα είναι γνωστά για το πώς οι Κορεάτες δάσκαλοι ασκούν πραγματικά την εκπαίδευση STEAM μέσα στο περιβάλλον της τάξης (Park, Byun, Sim, Han, & Baek, 2016).

3.2.4.5. Η Εκπαίδευση STEAM στη Νότια Κορέα (2011 - σήμερα)

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η Νότια Κορέα, κατά την τελευταία δεκαετία, άρχισε να αντιμετωπίζει κρίση στην επιστήμη και τη μηχανική, κάτι που εκδηλώθηκε με την αδιαφορία των μαθητών για τις επιστήμες και τα μαθηματικά, ενώ υπήρξε σημαντική διαρροή από την επιστήμη και τη μηχανική στην ιατρική και σε άλλους τομείς.

Αυτό το φαινόμενο συνέβη, παρά την αξιοσημείωτη οικονομική ανάπτυξη και πρόοδο της χώρας στην επιστήμη και στην τεχνολογία. Η Νότια Κορέα έχει δημιουργήσει μια ισχυρή βάση για τη δημιουργία καινοτομίας στην επιστήμη και στην τεχνολογία, με επικεφαλής το Υπουργείο Επιστημών και Τεχνολογίας. Ακολουθώντας αυτή την τάση, η Νότια Κορέα αυτήν τη στιγμή κάνει ένα άλμα για να γίνει το «Powerhouse of Talents» (Lee & Chun, 2012).

Σε αυτό το πλαίσιο, η κορεατική κυβέρνηση άρχισε να κάνει την ερώτηση: «Ποιος είναι ο λόγος για το χαμηλό επίπεδο ενδιαφέροντος των μαθητών για τα μαθηματικά

και τις φυσικές επιστήμες, παρά τους υψηλούς βαθμούς τους σε αυτούς τους τομείς;» Ως κύριος παράγοντας προκύπτει το ότι τόσο η μαθηματική όσο και η επιστημονική εκπαίδευση είναι πολύ μακριά από τις πραγματικές εφαρμογές. Στα μαθηματικά, τα μαθήματα είναι αρκετά δύσκολα και βαρετά για τους μαθητές, έτσι δεν προσελκύεται το ενδιαφέρον τους (Jon & Chung, χ.χ.).

Εκπαιδευτικοί, ειδικοί και ερευνητές, ισχυρίζονται ότι είναι απαραίτητο να δούμε την εκπαίδευση STEM ως έναν εντελώς νέο τρόπο επίλυσης των προβλημάτων. Επιπλέον, οι λέξεις-κλειδιά για τη νέα προοπτική είναι η «δημιουργική σκέψη» και η «ακαδημαϊκή σύγκλιση». Στην εκπαίδευση σήμερα το 60% των μαθημάτων δίνονται σε μορφή διαλέξεων που δεν παρέχουν ευκαιρίες για τους μαθητές να κατανοήσουν τις διαδικασίες επιστημονικής σκέψης (Lee, J., Lee, M., Seo, Kang, & Oh, 2011). Εάν η επιστήμη και η τεχνολογία ενσωματωθούν μέσα σε άλλα θέματα (π.χ. μέσα από τέχνες), κάτι τέτοιο θα μπορούσε να οδηγήσει σε αυξημένη περιέργεια και ενδιαφέρον από τους μαθητές.

3.2.5. Η Εκπαίδευση STEAM στο Πρόγραμμα Σπουδών του Καναδά

3.2.5.1. Ένα Ολοκληρωμένο Πρόγραμμα Σπουδών για την Εκπαίδευση STEAM

Αν και ο σχεδιασμός ενός ολοκληρωμένου προγράμματος σπουδών μπορεί να απαιτεί αρκετά περισσότερο χρόνο και προετοιμασία από τους δασκάλους και τους διευθυντές των σχολείων, οι υποστηρικτές της προσέγγισης STEAM υποστηρίζουν τα οφέλη τα οποία υπερβαίνουν το όποιο κόστος. Οι Gresnigt, Taconis, van Keulen, Gravemeijer, & Baartman (2014), δήλωσαν πως βασικοί περιορισμοί στην εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου προγράμματος σπουδών είναι η έλλειψη χρόνου για διεπιστημονικές ενότητες, η δυσκολία σύνδεσης των δραστηριοτήτων με το ΠΣ, η έλλειψη εμπιστοσύνης στη διδασκαλία μαθημάτων με τα οποία είναι λιγότερο εξοικειωμένοι, η δυσκολία στην αξιολόγηση των εργασιών των μαθητών και η έλλειψη υποστήριξης από τη διοίκηση του σχολείου.

Παρά τα εμπόδια για τους δασκάλους και τους διευθυντές σχολείων, οι μελέτες καταδεικνύουν ότι η διεπιστημονικότητα παρέχει ένα ουσιαστικό πλαίσιο για τους μαθητές, προσεγγίζουν ένα θέμα από διαφορετικές οπτικές γωνίες, με τους μαθητές να εφαρμόζουν αποτελεσματικά την προηγούμενη γνώση σε νέες καταστάσεις (Lee, 2007). Κατά συνέπεια, οι μαθητές είναι πιο πιθανό να αφοσιωθούν και να παρακινηθούν να μάθουν.

Ένα κύριο συστατικό των τεχνών και του ολοκληρωμένου προγράμματος σπουδών βασίζεται στην έρευνα, επειδή δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να αμφισβητήσουν και να χρησιμοποιήσουν δεξιότητες κριτικής σκέψης προκειμένου να προσεγγίσουν ένα πρόβλημα που έχει πολλαπλές λύσεις (Ghanbari, 2015). Η ενσωμάτωση των τεχνών προάγει τις δεξιότητες επικοινωνίας και κριτικής σκέψης και βοηθά τους μαθητές να αναπτύξουν μια νέα προοπτική (Conley, Douglass & Trinkley, 2014).

Οι Bequette, W., & Bequette, B. (2012), προειδοποιούν τους εκπαιδευτικούς ότι το STEAM ως ολοκληρωμένο ΠΣ μπορεί να *«αδυνατίσει κάθε κλάδο και να μπερδέψει τα όρια μεταξύ διαφορετικών προσεγγίσεων»*. Επομένως είναι απαραίτητο οι εκπαιδευτικοί να λάβουν κατάλληλη εκπαίδευση τόσο πριν όσο και κατά την εφαρμογή του. Επίσης, οι Moore, Stohlmann, Wang, Tank, Glancy, & Roehrig (2014), σημειώνουν πως *«δεν υπάρχει καμία εγγύηση ότι οι μαθητές θα επιτύχουν τις συνδέσεις από μόνοι τους. Κατά συνέπεια, η επιθυμητή ολοκληρωμένη μάθηση STEAM μπορεί κάλλιστα να χαθεί στην πορεία»*. Αντίθετα, η ενσωμάτωση των τεχνών σε θέματα STEAM, παρέχει στους μαθητές πολλαπλές αναπαραστάσεις, πολλούς τρόπους προσέγγισης ενός προβλήματος, πληθώρα τρόπων έκφρασης και πολλαπλά σημεία δέσμευσης που μπορούν να γεφυρώσουν το χάσμα επιδόσεων, παρέχοντας στους μειονεκτούντες μαθητές τις ίδιες ευκαιρίες για ακαδημαϊκή επιτυχία και εκπαίδευση υψηλής ποιότητας (Robinson, 2013).

Η εκπαίδευση STEAM μπορεί να περιγραφεί ως μια ολιστική προσέγγιση της μάθησης μέσω της εκπαίδευσης *«ολόκληρου του παιδιού»* (Connolly, 2012) και της κάλυψης των αναγκών του τόσο σε κοινωνικό, όσο και σε συναισθηματικό και ακαδημαϊκό επίπεδο (Katz-Buonincontro, 2018). Η εκπαίδευση STEAM έχει τη δυνατότητα να καλύψει τις ατομικές ανάγκες των μαθητών, καθώς αποτελεί έναν αρκετά μαθητοκεντρικό τύπο προγράμματος σπουδών, με πολλαπλά σημεία εισόδου, πράγμα που σημαίνει ότι οι μαθητές όλων των επιπέδων και ικανοτήτων μπορούν να πετύχουν σε αυτό με το οποίο θα ασχοληθούν. Σύμφωνα με τον Ejiwale (2012), *«είναι σημαντικό οι μαθησιακές δραστηριότητες να είναι ανοικτού τύπου, δίνοντας στους μαθητές την ελευθερία να εξερευνήσουν και να πειραματιστούν στα δικά τους ενδιαφέροντα και μαθησιακά στυλ»*.

3.2.5.2. Στρατηγική K-12 STEAM της TDSB: Όραμα και Στόχοι

Τον Σεπτέμβριο του 2014, το TDSB ξεκίνησε μια πρωτοβουλία για την εφαρμογή της εκπαίδευσης STEAM σε 60 πιλοτικά σχολεία ως μέρος της στρατηγικής K-12 STEAM (<http://www.tdsb.on.ca/research/Research/LearningOpportunitiesIndex.aspx>).

Στόχος ήταν να έχουν όλα τα σχολεία τη δυνατότητα να «ενσωματώσουν τον προγραμματισμό STEAM δραστηριοτήτων για να παρέχουν στους μαθητές ευκαιρίες εφαρμογής των γνώσεων και των δεξιοτήτων τους στο πλαίσιο των πολύπλοκων προβλημάτων του πραγματικού κόσμου» (TDSB, 2014a). Η στρατηγική STEAM είναι «μια διεπιστημονική προσέγγιση στην έρευνα και βασισμένη σε προβλήματα μάθησης... η οποία προάγει τη συνεργασία, τη δημιουργικότητα και την καινοτομία με απώτερο στόχο να προετοιμάσει τους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά σε έναν τεχνολογικό, διαρκώς μεταβαλλόμενο και διασυνδεδεμένο κόσμο» (TDSB, 2014b).

Η στρατηγική K-12 STEAM του TDSB καθοδηγείται από τις πέντε Στρατηγικές Κατευθύνσεις του TDSB (TDSB, 2015β), οι οποίες είναι οι εξής:

1. Μετατροπή κάθε σχολείου σε αποτελεσματικό σχολείο
2. Δημιουργία ηγεσίας μέσα σε μια κουλτούρα προσαρμοστικότητας, διαφάνειας και ανθεκτικότητας
3. Δημιουργία ισχυρών και αποτελεσματικών σχέσεων και συνεργασιών
4. Δημιουργία περιβαλλοντικά βιώσιμων σχολείων που εμπνέουν τη διδασκαλία και τη μάθηση
5. Εντοπισμός των μειονεκτημάτων και έγκαιρη και αποτελεσματική παρέμβαση.

Το όραμα για τη στρατηγική K-12 STEAM του TDSB (TDSB, 2015a) επικεντρώνεται στα ακόλουθα σημεία:

- Παροχή εκπαίδευσης STEAM για όλους τους μαθητές
- Σύνδεση των εξεταζόμενων ζητημάτων από την καθημερινότητα με τη διδασκαλία και τη μάθηση μέσα στην τάξη
- Προώθηση της μάθησης βάσει προβλημάτων και δεξιοτήτων STEAM, κάτι που επιτρέπει στους μαθητές να εξερευνούν και να συμμετέχουν ενεργά σε σχετικά θέματα που τους απασχολούν
- Ενθάρρυνση της επιστημονικής ανακάλυψης και της τεχνολογικής καινοτομίας. Οι μαθητές εργάζονται συλλογικά για να παρέχουν δημιουργικές

και βιώσιμες λύσεις, κάτι που θα τους βοηθήσει στα προβλήματα της μετέπειτα ζωής τους.

Οι στόχοι της στρατηγικής TDSB STEM είναι (TDSB, 2015a):

- Υψηλότερα επίπεδα επιτυχίας και βαθμολογίας των μαθητών με επίκεντρο την προσέγγιση STEAM σε όλα τα σχολεία TDSB.
- Ανάπτυξη δημιουργικής και καινοτόμου σκέψης των μαθητών, με επίκεντρο την εφαρμογή των μαθηματικών, της επιστήμης, της μηχανικής και της τεχνολογίας.
- Αύξηση της συμμετοχής και της εμπιστοσύνης των μαθητών στην αντιμετώπιση ανοικτών και πολύπλοκων προβλημάτων.
- Αμφισβήτηση της υπο-εκπροσώπησης των ιστορικά περιθωριοποιημένων κοινοτήτων, με την άρση των υφιστάμενων εμποδίων.

Εκτός από τους παραπάνω κύριους στόχους, το πρόγραμμα STEAM καθοδηγείται από 10 βασικά κριτήρια που σχεδιάστηκαν για να βοηθήσουν στη διασφάλιση της επιτυχίας της προσέγγισης. Αυτά είναι τα ακόλουθα (TDSB, 2014a):

1. Μάθηση βάσει προβλημάτων, ενσωματωμένη σε μια διεπιστημονική προσέγγιση
2. Ενσωμάτωση της ηλεκτρονικής μάθησης και της τεχνολογίας
3. Αξιολόγηση δεξιοτήτων και συμπεριφορών STEAM
4. Εκθέματα δεξιοτήτων, συμπεριφορών και προϊόντων STEAM
5. Ενδοσχολικά και εξωσχολικά προγράμματα STEAM, διαγωνισμοί, εκδηλώσεις, κ.λπ.
6. Υποστήριξη και εστίαση σε οικονομικά ή κοινωνικά μειονεκτούντες μαθητές
7. Επαγγελματική ανάπτυξη σχετικά με την ενσωμάτωση της προσέγγισης STEAM, την εφαρμογή, το ΠΣ, τα μαθήματα, τις δραστηριότητες, κ.λπ.
8. Καθοδήγηση σε ζητήματα STEAM, επισκέψεις σε χρήσιμους ιστότοπους και παροχή ευκαιριών συνεργασίας με επιχειρηματικούς εταίρους
9. Σύνδεση της προσέγγισης STEAM με πρακτική άσκηση και μάθηση
10. Εξέταση του πώς η προσέγγιση STEAM υλοποιείται σε ιδρύματα μεταδευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ή ερευνητικά κέντρα.

3.2.5.3. Αξιολόγηση σε Παιδαγωγικά Μοντέλα STEAM στον Καναδά

Σύμφωνα με το Υπουργείο Παιδείας του Οντάριο (Ontario Ministry of Education, 2010) «ο πρωταρχικός σκοπός της αξιολόγησης είναι η βελτίωση της μάθησης των μαθητών... η αξιολόγηση μπορεί να περιλαμβάνει παρατηρήσεις, συζητήσεις, δραστηριότητες εκμάθησης, ερωτήσεις, παρακολούθηση συνεδρίων, εργασίες στο σπίτι, εργασίες που γίνονται σε ομάδες, επιδείξεις, παραστάσεις, αυτοαξιολογήσεις, αυτοστοχασμούς, δοκίμια και τεστ».

Η αξιολόγηση και η τεκμηρίωση είναι σημαντικά στην εκπαίδευση STEAM για την παρατήρηση, καταγραφή, ερμηνεία και ανταλλαγή της μαθησιακής εμπειρίας (Krechevsky et al., 2010). Το Υπουργείο Παιδείας του Οντάριο (Ontario Ministry of Education, 2015) προτείνει τρία στάδια για την παιδαγωγική τεκμηρίωση: 1ο) παρατήρηση και καταγραφή των εμπειριών των μαθητών, 2ο) ερμηνεία της μάθησης στην υπηρεσία της παιδαγωγικής και 3ο) ανταπόκριση, κοινή χρήση και οικοδόμηση κουλτούρας έρευνας και συνεργασίας (Mulcaster, 2017).

Ο Harste (2001) υποστηρίζει πως: «η μάθηση δεν τελειώνει με την παρουσίαση [προϊόν] αλλά με τον προβληματισμό, την αναστοχαστικότητα και τη δράση». Μέσω ανέκδοτων σημειώσεων, φωτογραφιών και βίντεο, οι δάσκαλοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτή την τεκμηρίωση για να κατανοήσουν καλύτερα τη σκέψη των μαθητών, να ρωτήσουν και να παρατηρήσουν σε σχέση με τη συνολική μαθησιακή εμπειρία τους.

Στη σειρά “Capacity Building Series” (Ontario Ministry of Education, 2015), «η παιδαγωγική τεκμηρίωση προορίζεται να αποκαλύψει τη διαδικασία σκέψης και μάθησης του μαθητή, ενώ παρέχει τη δυνατότητα να μας βοηθήσει να δούμε τη μάθηση με νέους τρόπους», διαφοροποιώντας τη μαθησιακή εμπειρία με βάση τις ατομικές ανάγκες των μαθητών. Όταν οι εκπαιδευτικοί αναλογιστούν τη μαθησιακή εμπειρία, χρησιμοποιούν μεταγνωστική σκέψη η οποία «απαιτεί στροφή από τη σκέψη για τη διδασκαλία περιεχομένου εντός ενός τομέα σε... γνώση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί» (Gross, K., & Gross, S., 2016) σε πραγματικό περιβάλλον.

Σύμφωνα με την Allina (2018), σε μελέτη της σχετικά με “βραβευμένες πρακτικές”, διαπιστώθηκε ότι ένα πρόγραμμα STEAM πρέπει να περιλαμβάνει «ενσωματωμένες, προσαρμοσμένες αξιολογήσεις που βοηθούν τους μαθητές και τους δασκάλους να κατανοήσουν τι έχουν μάθει οι μαθητές και τι όχι».

Κεφάλαιο 4^ο: Ανασκόπηση Ερευνών για τα Προγράμματα Σπουδών της Υπολογιστικής Σκέψης και του STEAM

4.1. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση Ερευνών για την Υπολογιστική Σκέψη

Σύμφωνα με τους Bocconi et al. (2016), τα όρια μεταξύ ΥΣ και προγραμματισμού θεωρούνται ασαφή και δυσδιάκριτα, μιας και στη βιβλιογραφία συναντάμε αρκετές μελέτες όπου η ΥΣ χρησιμοποιεί τον προγραμματισμό ως πλαίσιο αναφοράς. Κάτι τέτοιο προκαλεί σύγχυση και συχνά οδηγεί στην εντύπωση ότι η ΥΣ είναι ταυτόσημη με τον προγραμματισμό ή ότι ο προγραμματισμός συνιστά προαπαιτούμενό της (Voogt, Fisser, Good, Mishra, & Yadav, 2015).

Σύμφωνα με την Kafai (2016), η ΥΣ και ο προγραμματισμός προσφέρουν ένα πλαίσιο ανάπτυξης εφαρμογών που έχουν σημασία όχι μόνο για το δημιουργό τους, επιτρέποντας το διαμοιρασμό σχεδίων και τη συνεργασία με τα άλλα παιδιά. Τα σημερινά παιδιά μαθαίνουν να προγραμματίζουν προκειμένου να δημιουργήσουν, για παράδειγμα, βιντεοπαιχνίδια ή διαδραστικές ιστορίες. Η δυνατότητα δημιουργίας κάτι απτού και πραγματικού, το οποίο μπορούν να μοιράζονται και με άλλα παιδιά, συνιστά βασικό λόγο ενασχόλησης. Αυτό συμβαίνει γιατί ο προγραμματισμός δε συνιστά μια αφηρημένη επιστήμη αλλά έναν τρόπο έκφρασης και δημιουργίας στο νέο ψηφιακό κόσμο.

Οι Voogt et al. (2015) συμφωνούν ότι η ΥΣ είναι πολλά περισσότερα από τον προγραμματισμό αλλά και ότι ο προγραμματισμός είναι ένα σημαντικό εργαλείο για την ανάπτυξη δεξιοτήτων της ΥΣ, όπου και τα δύο είναι πολύ σημαντικά και επομένως δε θα πρέπει να υποτιμάμε τον προγραμματισμό, απλώς η ΥΣ είναι κάτι περισσότερο. *“Ο προγραμματισμός, όπως και η γραφή, είναι ένα μέσο έκφρασης και ένα σημείο εισόδου για ν’ αναπτύξουμε νέους τρόπους σκέψης”*.

Τα πλεονεκτήματα από την εισαγωγή της ΥΣ στην εκπαίδευση παρουσιάζονται πολύ συχνά στη βιβλιογραφία. Η ΥΣ προσφέρει στα παιδιά τη δυνατότητα να σκεφτούν με διαφορετικό τρόπο κατά τη φάση επίλυσης προβλημάτων, αναλύοντας καθημερινά θέματα μέσα από μία διαφορετική οπτική γωνία (Lee et al., 2011), αναπτύσσοντας την ικανότητα της ανακάλυψης, της δημιουργία και της καινοτομίας (Allan et al., 2010).

Σύμφωνα με τον Resnick (2013), η ΥΣ αποτελεί μέσο δημιουργικής έκφρασης μέσω της αξιοποίησης διαφόρων ψηφιακών μέσων. Η έρευνα της Wing (2006) αποτέλεσε την αφετηρία στους παιδαγωγούς διαφόρων χωρών (π.χ. ΗΠΑ, Αγγλία) να εξετάσουν τα οφέλη της ΥΣ προκειμένου αυτή να εισαχθεί στα ΑΠΣ της υποχρεωτικής εκπαίδευσης.

Ενώ η είσοδος της γλώσσας προγραμματισμού LOGO δίνει το βάρος της στην εκμάθηση του προγραμματισμού, η ΥΣ εστιάζει στη χρήση γενικών εννοιών που σχετίζονται με την επιστήμη της Πληροφορικής. Το μάθημα της Πληροφορικής είναι ο βασικός χώρος ανάδειξης των δεξιοτήτων της ΥΣ, όμως, δεν είναι η μοναδική επιστήμη στην οποία οι δεξιότητες αυτές μπορούν να καλλιεργηθούν ή να εφαρμοστούν.

Οι Hoyles και Noss (2015, όπως αναφ. στο Namukasa et al., 2015, σ. 1) επισημαίνουν ότι: *«η ΥΣ εμπλέκει έννοιες (όπως βρόχοι, υπο-ρουτίνες), πρακτικές (π.χ. αφαίρεση, αποσφαλμάτωση) και προοπτικές, που απαντώνται και σε άλλες θεματικές ενότητες που ήδη διδάσκονται στα σχολεία όπως είναι οι φυσικές επιστήμες, τα μαθηματικά, η κοινωνική επιστήμη, η γλώσσα και η μηχανική».*

Οι Mishra και Yadav (2013) τονίζουν ότι η ΥΣ μπορεί να μετατρέψει τους μαθητές από απλούς χρήστες της τεχνολογίας σε δημιουργούς νέων μορφών έκφρασης, δίνοντάς τους ώθηση κατασκευής νέων εργαλείων, ενθαρρύνοντας, έτσι, σε μεγάλο βαθμό τη δημιουργικότητά τους και την έκφραση καινοτόμων ιδεών.

Η Wing (2008), ήταν από τους πρώτους ερευνητές που υποστήριξαν ότι η ΥΣ έχει θέση τόσο στη δευτεροβάθμια όσο κυρίως στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Επιπλέον, η ίδια τόνισε ότι η ΥΣ μπορεί να ενισχύσει τις διδασκόμενες έννοιες, μέσω αξιοποίησης λογισμικών από διάφορες κατηγορίες, όπως είναι τα λογισμικά οπτικοποίησης τα οποία εξηγούν με αποτελεσματικό τρόπο αφηρημένες έννοιες, κάτι ιδιαίτερα χρήσιμο για τα παιδιά που φοιτούν σε μικρότερες τάξεις του σχολείου.

Τα πλεονεκτήματα και τα οφέλη για τους μαθητές από την ένταξη της ΥΣ στην προσχολική και πρωτοβάθμια εκπαίδευση μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω:

- κατανόηση της έννοιας του αλγορίθμου και του ότι τα προγράμματα εκτελούνται ακολουθώντας ακριβείς και σαφείς οδηγίες,
- δημιουργία και αποσφαλμάτωση απλών προγραμμάτων,

- χρήση της λογικής σκέψης για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς απλών προγραμμάτων,
- χρήση της τεχνολογίας για τη δημιουργία, οργάνωση, αποθήκευση και διαχείριση ψηφιακού περιεχομένου,
- αναγνώριση της αξιοποίησης της ΥΣ σε δραστηριότητες πέραν του σχολείου και
- χρήση της τεχνολογίας με ασφάλεια και σεβασμό, χωρίς τη δημοσιοποίηση προσωπικών πληροφοριών.

Οι Allan et al. (2010) υπογραμμίζουν ότι για την ανάπτυξη της ΥΣ στους μαθητές, κλειδί συνιστά η ύπαρξη ενός περιβάλλοντος που είναι πλούσιο σε μαθησιακά ερεθίσματα, το οποίο διαθέτει κατάλληλα εργαλεία και διαπνέεται από κλίμα συνεργασίας. Ο Prensky (2001) εισήγαγε τον όρο “ψηφιακοί αυτόχθονες”, θέλοντας έτσι να περιγράψει τη νέα γενιά των ατόμων που γεννήθηκαν και μεγαλώνουν μέσα σε ένα περιβάλλον όπου τα ψηφιακά μέσα είναι κυρίαρχα και βρίσκονται παντού. Ο ίδιος, θεωρεί ότι εξαιτίας αυτής της ισχυρής και διαρκούς αλληλεπίδρασης με αυτά τα μέσα, οι σημερινοί μαθητές σκέφτονται και επεξεργάζονται τις πληροφορίες με διαφορετικό τρόπο σε σχέση με ότι συνέβαινε έως τώρα, κάτι το οποίο πολλές φορές περνά απαρατήρητο από τους εκπαιδευτικούς της τάξης, οι οποίοι αδυνατούν να συνειδητοποιήσουν αυτή την τόσο σημαντική αλλαγή. Το σίγουρο είναι, όπως τονίζει ο Prensky (2001), ότι τα μοτίβα σκέψης των μαθητών είναι πλέον αρκετά διαφορετικά από αυτά των μαθητών προηγούμενων γενεών.

Η CSTA & ISTE (2011), τονίζουν ότι η ΥΣ μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να συνειδητοποιήσουν ότι οι υπολογιστές μπορούν να αυτοματοποιήσουν διαδικασίες για την επίλυση των όποιων προβλημάτων με έναν περισσότερο αποτελεσματικό τρόπο, επεκτείνοντας παράλληλα και τη δική τους σκέψη. Οι μαθητές εμπλέκονται ήδη σε διαδικασίες ΥΣ, όταν καλούνται να αναλύσουν κείμενα, σύνολα δεδομένων και όταν αναγνωρίζουν υπάρχοντα μοτίβα. Σε όλα τα επαγγέλματα του σήμερα και περισσότερο σε αυτά του αύριο, οι εργαζόμενοι θα αλληλεπιδρούν όλο και περισσότερο με την τεχνολογία. Συνεπώς, η κατανόηση του τρόπου που οι υπολογιστές και τα άλλα ψηφιακά εργαλεία μπορούν να βοηθήσουν στην επίλυση προβλημάτων αποτελεί μια θεμελιώδη δεξιότητα. Η εκπαίδευση των μαθητών στην ΥΣ δεν επιδιώκει να τους οδηγήσει στην επιλογή επαγγελμάτων που σχετίζονται αποκλειστικά με τον κλάδο της

Πληροφορικής. Ωστόσο, όσοι μαθητές επιλέξουν να ακολουθήσουν αυτό το δρόμο θα είναι σαφώς καλύτερα προετοιμασμένοι για τα πανεπιστημιακά τους μαθήματα, μιας και θα έχουν αποκτήσει δεξιότητες πολύτιμες και σίγουρα εφαρμόσιμες.

Η Wing (2008), σχετικά με την εισαγωγή της ΥΣ στην εκπαίδευση, τονίζει τις επιπτώσεις που θα έχουν για τον πολίτη ο νέος ψηφιακός κόσμος, θέτοντας ταυτόχρονα ερωτήματα για την αποτελεσματική ένταξη της ΥΣ στα ΑΠΣ. Αρχικά, τόνισε ότι η ανάπτυξη της ΥΣ θα συμβάλλει στη δημιουργία περισσότερων και πιο αποτελεσματικών συστημάτων ανάλυσης του τεράστιου όγκου δεδομένων που παράγονται και συλλέγονται καθημερινά μέσω των πολυάριθμων δικτύων αισθητήρων, την τακτική χρήση συστημάτων ελέγχου και παρακολούθησης και γενικότερα από την ψηφιοποίηση των παγκόσμιων πληροφοριών. Η ΥΣ έρχεται να δώσει λύση στην παραπάνω κατάσταση, μέσω της αξιοποίησης της δυνατότητας λογικών αφαιρέσεων που καθιστά εφικτή την αναπαράσταση και την επεξεργασία δεδομένων.

Η Wing (2008), τόνισε τη σημασία της συμβολής των επιστημόνων της παιδαγωγικής και της εκπαίδευσης προκειμένου να διατυπώσουν ένα αποτελεσματικό πρόγραμμα για τη διδασκαλία των εννοιών της ΥΣ που θα ακολουθεί την πρόοδο της μαθησιακής ικανότητας αλλά και το διαφορετικό τρόπο μάθησης των παιδιών. Τέλος, σύμφωνα με την Wing (2008), αποτελεί μεγάλη πρόκληση η χρήση του υπολογιστή που αποτελεί το βασικό εργαλείο για την επίτευξη της ΥΣ, χωρίς κάτι τέτοιο να αποτελεί εμπόδιο στην κατανόηση των εννοιών που διδάσκονται από τον εκπαιδευτικό της τάξης.

Από την άλλη, σύμφωνα με τους Bocconi et al. (2016), δύο είναι οι βασικές τάσεις που εμφανίστηκαν αναφορικά με την ενσωμάτωση της ΥΣ στην εκπαίδευση. Αυτές συνοψίζονται στις εξής:

A) Η ΥΣ για την τόνωση της οικονομικής ανάπτυξης, την πλήρωση κενών θέσεων στα σχετικά επαγγέλματα με τις ΤΠΕ και την προετοιμασία των μαθητών για μελλοντικές θέσεις εργασίας και

B) Η ΥΣ για την παροχή κατάλληλων δεξιοτήτων στα παιδιά που θα τα βοηθήσουν να γίνουν ικανοί να σκέφτονται με διαφορετικό τρόπο, αλλά και να μπορούν να εκφράζονται μέσω ποικίλων μέσων, να επιλύουν προβλήματα και να αναλύουν καθημερινά ζητήματα μέσα από μια διαφορετική οπτική και αντίληψη.

Σύμφωνα με τον Hemmendinger (2010, σ. 6, όπως αναφέρεται στους Dede, Mishra, & Voogt, 2013, σ. 3) βασικός σκοπός της διδασκαλίας της ΥΣ είναι «να μάθουν πώς να σκέφτονται σαν οικονομολόγοι, φυσικοί, καλλιτέχνες και να κατανοούν με ποιον τρόπο μπορούν να χρησιμοποιήσουν την υπολογιστική σκέψη για να λύσουν τα προβλήματά τους, να δημιουργήσουν και ν' ανακαλύψουν νέα ερωτήματα που μπορούν να διερευνηθούν αποτελεσματικά». Από την άλλη, η Jones (2011) και ο Denning (2017), υποστηρίζουν ότι η ΥΣ δεν είναι πανάκεια και ότι η όλη η συζήτηση γύρω από την ΥΣ ενδέχεται να αποτελεί έναν «έξυπνο» τρόπο για την αύξηση των εγγραφών στα πολυάριθμα πανεπιστημιακά τμήματα Πληροφορικής. Η Wing (2016), έρχεται να δώσει μία εξήγηση στο προηγούμενο, αναφέροντας ότι: «στις αρχές της δεκαετίας του 2000 η πληροφορική πέρασε μια στιγμή πανικού καθώς υπήρχε μείωση των εγγραφών στα πανεπιστήμια και τα αντίστοιχα τμήματα σταμάτησαν τις προσλήψεις επιστημονικού εκπαιδευτικού προσωπικού».

Οι Voogt et al. (2015), επισημαίνουν πως βασικό ζήτημα για την ενσωμάτωση της ΥΣ στην εκπαίδευση είναι η προσεκτική προετοιμασία των εκπαιδευτικών που θα αναλάβουν να την εφαρμόσουν στην πράξη μέσα από σωστά επιλεγμένες και δομημένες διδακτικές πρακτικές. Αυτό σημαίνει πως, ιδιαίτερα οι εκπαιδευτικοί Πληροφορικής, θα πρέπει να μάθουν τρόπους και μεθόδους σύνδεσης των εννοιών της Πληροφορικής, οι οποίες και αποτελούν τον πυρήνα της ΥΣ, με τα άλλα πεδία και γνωστικά αντικείμενα των ΑΠΣ. Επιπρόσθετα, και οι εκπαιδευτικοί των άλλων πεδίων θα πρέπει να εξοικειωθούν με τις κεντρικές έννοιες της ΥΣ και να μην περιοριστούν σε παθητικό ρόλο.

Οι Lu και Fletcher (2009), έχουν προτείνει τη δημιουργία μιας νέας υπολογιστικής γλώσσας, διαφορετικής από τις υπάρχουσες γλώσσες προγραμματισμού, η οποία θα διαθέτει κατάλληλο λεξιλόγιο και σημειογραφία και θα περιγράφει τις, σχετικές με την ΥΣ, ιδέες και διαδικασίες τόσο για την πρωτοβάθμια όσο και για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

4.2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση Ερευνών για την Προσέγγιση STEAM

Η εκπαίδευση STEAM έγινε αρχικά γνωστή στις ΗΠΑ ως εκπαιδευτική μεταρρύθμιση, ως μια προσπάθεια να προετοιμάσει τους μαθητές για τις ποικίλες και πολλαπλές απαιτήσεις του 21^{ου} αιώνα (Yakman & Lee, 2012).

Μελετώντας τις έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί με αντικείμενο την προσέγγιση STEAM στην προσχολική αγωγή παρατηρήσαμε την ύπαρξη περιορισμένου αριθμού άρθρων και ερευνών, με τις περισσότερες να εμφανίζονται μετά το 2010. Η πλειοψηφία των ερευνών μελετά τις επιστήμες των μηχανικών και τις επιδράσεις στη μάθηση άλλων STEAM αρχών (Bagiati & Evangelou, 2016. Evangelou, Dobbs-Oates, Bagiati, Liang, & Choi, 2010. Hoisington & Winokur, 2015. Torre-Crespo, Kraatz, & Pallarsch, 2014. Verdine, Golinkoff, Hirsh-Pasek, Newcombe, Filipowicz, & Chang, 2014). Το επόμενο δημοφιλέστερο θέμα έρευνας είναι ο σχεδιασμός και η εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου προγράμματος STEAM και η επίδραση που έχει στις γνώσεις, αντιλήψεις και δεξιότητες των εκπαιδευτικών προσχολικής ηλικίας (Linder, Breuers, Leibe, & Arras, 2016. Ong, Ayob, Ibrahim, Adnan, Shariff, & ISHAK, 2016). Ακολούθως, υπάρχουν έρευνες που εξετάζουν την ενσωμάτωση της τεχνολογίας στις επιστήμες της μηχανικής και ειδικότερα της ρομποτικής και του προγραμματισμού (Bers, Seddighin, & Sullivan, 2013. McDonald & Howell, 2012. Kazakoff, Sullivan, & Bers, 2013), ενώ για την ενσωμάτωση της Τέχνης στην εκπαίδευση STEAM δεν έχουν υλοποιηθεί, ακόμη, αρκετές έρευνες (Sharapan, 2012).

Από τη μελέτη της βιβλιογραφίας φαίνεται ότι η διδασκαλία και η καλλιέργεια των STEAM δεξιοτήτων μπορεί να ξεκινήσει ήδη από την προσχολική αγωγή. Οι Bagiati και Evangelou (2016), μέσω παρατήρησης και καταγραφής με βίντεο των παιδιών κατά την ώρα του παιχνιδιού τους με συγκεκριμένο υλικό (τουβλάκια Lego, παζλ, κυκλώματα, κ.ά.), κατέδειξε πως τα παιδιά έμαθαν εμπειρικά να λύνουν προβλήματα καθορίζοντας τις ανάγκες τους και όλο αυτό μέσα από μια σειρά δοκιμών και ελέγχου. Επίσης, πολύ σημαντικό εύρημα αποτέλεσε η ικανότητα ανάπτυξης συνεργασίας με τους συμμαθητές τους προκειμένου να πετύχουν τον κοινό σκοπό.

Άλλες έρευνες κατέδειξαν τη θετική επίδραση που έχει η ρομποτική και ο προγραμματισμός στην κατανόηση του χρόνου (Kazakoff et al., 2013), τη λογοτεχνία και τις δεξιότητες που αφορούν την αριθμητική (McDonald & Howell, 2012). Οι Mooman & Davis (2010), μελέτησαν παιδιά που αντιμετωπίζουν διάφορες δυσκολίες,

όπου και εφάρμοσαν δραστηριότητες STEAM. Τα ευρήματα κρίθηκαν άκρως ικανοποιητικά μιας και τα παιδιά κατόρθωσαν να κατακτήσουν βασικές μαθηματικές και επιστημονικές έννοιες.

Από την άλλη, σε κάποιες έρευνες (Kermani & Aldemir, 2015. Ong et al., 2016) διαφαίνεται ότι η ενσωμάτωση της εκπαίδευσης STEAM είναι αποτελεσματική τόσο για τα παιδιά όσο και για τους εκπαιδευτικούς, μιας και τους δίνει αυτοπεποίθηση και ικανότητα εφαρμογής ενός εμπλουτισμένου ΑΠΣ.

Η έρευνα των Bers et al. (2013), κατέδειξε την αξία και τη σημαντική βελτίωση του επιπέδου των γνώσεων των μαθητών στη ρομποτική και στην τεχνολογία, αλλά και την αξιοσημείωτη βελτίωση της στάσης τους απέναντι στην ενσωμάτωση της τεχνολογίας. Παρόμοια έρευνα πραγματοποίησαν οι Bagiatti & Evangelou (2016), από την οποία προέκυψε μια άκρως θετική στάση των εκπαιδευτικών απέναντι στις επιστήμες της μηχανικής και στην προσέγγιση STEAM.

Από την έρευνα των Aldemir και Kermani (2016), προέκυψε ότι τα παιδιά προσχολικής ηλικίας μπορούν να κατανοήσουν τις αρχές STEAM όταν η συγκεκριμένη προσέγγιση ακολουθείται μέσα από καλά οργανωμένες και κατάλληλες για την ηλικία τους, δραστηριότητες. Η Sharapan (2012), ερεύνησε την προσέγγιση STEAM στην προσχολική αγωγή, δίνοντας ιδιαίτερη βαρύτητα στον τομέα της Τέχνης, τονίζοντας ότι η προσέγγιση πραγματοποιείται οπουδήποτε και οποτεδήποτε.

Οι Bequette και Bequette (2012), τόνισαν ότι οι εκπαιδευτικοί προσχολικής αγωγής δεν εφαρμόζουν δραστηριότητες STEAM λόγω κυρίως έλλειψης παιδαγωγικών γνώσεων. Γι' αυτό το λόγο θα πρέπει να οργανωθούν σεμινάρια και εργαστήρια επιμόρφωσης, που θα τους καθοδηγήσουν έτσι ώστε να εφαρμόσουν αποτελεσματικά την προσέγγιση STEAM (Atiles, Jones, & Anderson, 2013). Επίσης, τονίζουν πως και στα πανεπιστήμια θα πρέπει τα ΠΣ των τμημάτων να εντάξουν μαθήματα σχετικά με την προσέγγιση STEAM. Η Bagiati (2011), επιπλέον, θεωρεί ότι και οι γονείς θα πρέπει να έρθουν σε επαφή με την προσέγγιση STEAM, κάτι που θα κάνει πιο εύκολη την υποστήριξη και τη βελτίωση των γνώσεων και δεξιοτήτων STEAM από τη μεριά των παιδιών τους.

Ένα σημείο σύγχυσης στον ορισμό της προσέγγισης STEAM έχει να κάνει με τον όρο «Τέχνες». Κάποιοι με τον όρο «Τέχνες» αναφέρονται μόνο στα εικαστικά (ζωγραφική, γλυπτική, φωτογραφία, κ.λπ.), ενώ άλλοι περιλαμβάνουν και άλλες μορφές τέχνης,

όπως είναι ο χορός, η μουσική, το θέατρο και οι χειροτεχνίες (Herro & Quigley, 2016a. NAEA, 2016. Quigley, Herro, & Jamil, 2017). Ωστόσο, οι εκπαιδευτικοί που δε διαθέτουν γνώσεις σχετικά με τις Τέχνες προσπαθούν να τις ενσωματώσουν στο πλάνο της μάθησης προκειμένου να καλλιεργήσουν τη δημιουργικότητά τους, κάτι που παραβλέπει την αξία της καλλιτεχνικής διαδικασίας (LaJevic, 2013).

Μια άλλη εσφαλμένη αντίληψη έχει να κάνει με το γεγονός πως οι Τέχνες δε θα πρέπει να εστιάζουν στο αποτέλεσμα, αλλά στη διαδικασία της μάθησης μέσω ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, της ικανότητας σχεδιασμού, της δημιουργίας και εκτέλεσης ενός έργου (Edwards, 2010. LaJevic, 2013).

Η εκπαίδευση STEM πρόσφατα εμπλουτίστηκε στη λεγόμενη εκπαίδευση STEAM, αποτελώντας κομμάτι της εκπαίδευσης σε διάφορες χώρες του κόσμου (ΗΠΑ, Καναδάς, Κίνα, Ιαπωνία, Γερμανία, Αυστραλία, Μεγάλη Βρετανία, κ.ά.). Στην Ελλάδα εφαρμόζεται ακόμη σε πιλοτικό στάδιο ή ως κομμάτι ευρωπαϊκών προγραμμάτων (π.χ. προγράμματα E-twinning) ή διαγωνισμών, χωρίς να έχει συμπεριληφθεί στο ΑΠΣ ή στα ΠΣ των πανεπιστημιακών τμημάτων.

Οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί κατά τα τελευταία χρόνια δείχνουν ξεκάθαρα ότι η εκπαίδευση STEAM προσφέρει ποικίλα και πολλαπλά πλεονεκτήματα, κάτι που την καθιστά βασικό κομμάτι της γενικότερης εκπαιδευτικής διαδικασίας. Ο Bybee (2010), ισχυρίζεται ότι η προσέγγιση STEAM έχει πολλά να δώσει στη σύγχρονη εκπαίδευση, με τον Sanders (2009) να δηλώνει ότι η ενσωματωμένη διδασκαλία STEAM ενισχύει αισθητά τη μάθηση. Από την άλλη, οι Ψυχάρης και Καλοβρέκτης (2018) υποστηρίζουν ότι τα ΑΠΣ θα πρέπει να σχεδιαστούν από μηδενική βάση, τονίζοντας ότι τα γνωστικά αντικείμενα θα πρέπει να ολοκληρωθούν διεπιστημονικά, ακολουθώντας τις διαστάσεις της ΥΣ. Κάτι τέτοιο θα επιτρέψει στους μαθητές να γνωρίσουν τον κόσμο μέσα από μια περισσότερο ολιστική προσέγγιση και όχι αποσπασματικά (Σκορδούλης, 2018).

Σύμφωνα με τους Mayes και Gallant (2018), οι μαθητές χάνουν την ευκαιρία να συμμετέχουν και να γνωρίσουν την αλληλεξάρτηση που υπάρχει μεταξύ των πεδίων της προσέγγισης STEAM. Αυτό συμβαίνει γιατί διδάσκονται τα διάφορα επιστημονικά θέματα ανεξάρτητα μεταξύ τους. Επίσης, αρκετοί μαθητές αδιαφορούν ή αντιμετωπίζουν μεγάλες δυσκολίες στα μαθηματικά και στις φυσικές επιστήμες, από τη στιγμή που αυτά διδάσκονται απομονωμένα μεταξύ τους και χωρίς να συνδέονται

με πρακτικές εφαρμογές. Συνεπώς, τα εν λόγω μαθήματα θα πρέπει να διδάσκονται ως διεπιστημονικά καθώς διαθέτουν έννοιες οι οποίες συναντώνται συχνά και σε διαφορετικά μεταξύ τους γνωστικά αντικείμενα (Kelley & Knowles, 2016).

Οι Bransford, Brown και Cocking (2000), υποστηρίζουν ότι, λόγω της μαθητοκεντρικής φύσης της, η εκπαίδευση STEAM παρέχει ένα δυνατό περιβάλλον για την υποστήριξη της αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών, κάτι ιδιαίτερα κρίσιμο για την όλη μαθησιακή διαδικασία. Η εκπαίδευση STEAM δύναται να προωθή τη συνεργασία και την επικοινωνία μεταξύ όλων των εμπλεκομένων (μαθητών και εκπαιδευτικών), κάτι το οποίο απουσιάζει από το σημερινό σχολείο (Mayes & Gallant, 2018).

Αναφορικά με τα κίνητρα και τα ενδιαφέροντα των μαθητών στην εκπαίδευση STEAM, οι έρευνες έχουν δείξει θετικά αποτελέσματα. Σύμφωνα με την Sanders (2009, σ. 22): *«υπάρχουν επαρκή αποδεικτικά στοιχεία όσον αφορά τα οφέλη για την επίδοση, τα ενδιαφέροντα και τα κίνητρα που συνδέονται με τις νέες ενσωματωμένες STEAM εκπαιδευτικές προσεγγίσεις, για να δικαιολογήσουν περαιτέρω την εφαρμογή και τη διερεύνηση αυτών των νέων προσεγγίσεων»*.

Οι Mayes και Gallant (2018), στη μεγάλης κλίμακας έρευνά τους αναφορικά με την εκπαίδευση STEAM, ανέφεραν την ύπαρξη θετικών στάσεων των μαθητών σχετικά με την προσέγγιση STEAM. Παρατηρήθηκε ότι οι συγκεκριμένοι μαθητές είχαν θετική στάση τόσο απέναντι στην επίλυση προβλημάτων όσο και στην έκθεσή τους στην ενεργό μάθηση μέσω πρακτικών εργασιών. Επιπλέον, αντιλήφθηκαν τη σπουδαιότητα του να είναι κάποιος επιστημονικά εγγράμματος πολίτης STEAM και κατέστησαν ικανοί να κατανοούν τη σύνδεση διεπιστημονικότητας και STEAM, να αντιμετωπίζουν με άνεση τα σύνθετα προβλήματα πραγματικού κόσμου και τέλος να απολαμβάνουν τη συμμετοχή τους στις δραστηριότητες STEAM (Mayes & Gallant, 2018).

Η εκπαίδευση STEAM, έχει ως στόχο οι μαθητές να εργαστούν για να βρουν λύσεις σε πολύπλοκα προβλήματα και παγκόσμιες προκλήσεις, βελτιώνοντας έτσι την καθημερινότητά τους (Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler, 2012. Sanders, 2009).

Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ένας αυξανόμενος αριθμός θέσεων εργασίας που απαιτούν γνώση των πεδίων της προσέγγισης STEAM. Ο πρωταρχικός παράγοντας για την οικονομία του μέλλοντος και τις νέες θέσεις εργασίας θα βασίζεται στην καινοτομία που θα προέρχεται, στο

μεγαλύτερο της βαθμό, από την πρόοδο της επιστήμης και της μηχανικής. Έτσι, πολλά είναι πλέον τα άτομα που στρέφονται σε επαγγέλματα σχετικά με το STEAM, λόγω της μεγάλης ζήτησής τους και των μεγάλων εισοδημάτων που αυτά τους αποφέρουν (Gunn, 2017).

Οι Roehrig, Moore, Wang και Park (2012), ισχυρίζονται ότι η επιχειρηματική ανταγωνιστικότητα, ο πολύ-επιστημονικός χαρακτήρας και η πολυπλοκότητα των προβλημάτων της καθημερινότητας, η αλλαγή των αναγκών του εργατικού δυναμικού λόγω της γρήγορης εξέλιξης της τεχνολογίας στον 21^ο αιώνα, όσο και οι προσδοκίες μαθητών και εκπαιδευτικών οι οποίες αλλάζουν συνεχώς (NCEE, 2008), καθιστούν περισσότερο επιτακτική από ποτέ την ανάγκη αλλαγής της εκπαίδευσης STEAM.

Στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 3), γίνεται μια σύνοψη των βασικότερων κατηγοριών έρευνας, με τα σημαντικότερα εξεταζόμενα ζητήματα κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Πίνακας 3: Έρευνες και ζητήματα

Έρευνες	Περιεχόμενο / Ζητήματα
Bagiati & Evangelou (2016) Evangelou, Dobbs-Oates, Bagiati, Liang, & Choi (2010) Hoisington & Winokur (2015) Torre-Crespo, Kraatz, & Pallarsch (2014) Verdine, Golinkoff, Hirsh-Pasek, Newcombe, Filipowicz, & Chang (2014)	Επιστήμες της μηχανικής.
Linder, Breuers, Leibe, & Arras (2016) Ong, Ayob, Ibrahim, Adnan, Shariff, & ISHAK (2016)	Σχεδιασμός και εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου προγράμματος STEAM. Η επίδραση που έχει στις γνώσεις, αντιλήψεις και δεξιότητες των εκπαιδευτικών προσχολικής ηλικίας.
Bers, Seddighin, & Sullivan (2013) McDonald & Howell (2012)	Ενσωμάτωση της τεχνολογίας στις επιστήμες της μηχανικής.
Sharapan (2012) LaJevic (2013)	Ενσωμάτωση της τέχνης στην εκπαίδευση STEAM.
Kazakoff, Sullivan, & Bers (2013) Bers, Seddighin, & Sullivan (2013)	Η επίδραση της ρομποτικής και του προγραμματισμού.
Kermani & Aldemir, 2015. Ong et al., 2016	Εφαρμογή ενός εμπλουτισμένου ΑΠΣ.
Ψυχάρης και Καλοβρέκτης (2018) Σκορδούλης (2018) Kelley & Knowles (2016)	Διεπιστημονικότητα των γνωστικών αντικειμένων.
Bransford, Brown, & Cocking (2000) Mayes & Gallant (2018) Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler (2012) Sanders (2009)	Περιβάλλον υποστήριξης της αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών, προώθησης της συνεργασίας, της επικοινωνίας και επίλυσης προβλημάτων.

Κεφάλαιο 5^ο: Προβληματική και Μεθοδολογία

5.1. Προβληματική της Έρευνας

Το κεντρικό ζήτημα με το οποίο πραγματεύεται η παρούσα εργασία και έρευνα είναι η χαρτογράφηση, μέσα από τη μελέτη και την σύγκριση, επιλεγμένων διεπιστημονικών ΠΣ ΥΣ και STEAM συγκεκριμένων χωρών (Ελλάδας, Αυστραλίας, Σουηδίας, Νότιας Κορέας και Καναδά), αναφορικά με το περιεχόμενο, τις μεθόδους, τους στόχους, το υλικό, τις απαιτήσεις, τις προσεγγίσεις, τα μαθησιακά αποτελέσματα και την εφαρμογή των ΠΣ στην προσχολική και στις πρώτες τάξεις του δημοτικού σχολείου.

5.2. Σκοπός της Έρευνας

Βασικός σκοπός της έρευνας είναι η συγκριτική ανάλυση και απεικόνιση των διεπιστημονικών ΠΣ Υπολογιστικής Σκέψης και STEAM, τόσο σε εγχώριο όσο και σε διεθνές πεδίο (Αυστραλία, Σουηδία, Νότια Κορέα και Καναδάς), στον άξονα των στρατηγικών που υιοθετούνται, των κατευθύνσεων και εκπαιδευτικών απαιτήσεων, του υλικού που προτείνεται για την ολόπλευρη κάλυψη των επιμέρους στόχων των ΠΣ και των μαθησιακών αποτελεσμάτων στην προσχολική και πρώτη ηλικία. Μάλιστα, μέσα από την ταξινόμηση και τη συσχέτιση των χαρακτηριστικών των ΠΣ θα επιχειρηθεί η αξιοποίηση της ΥΣ και STEAM ως καινοτόμος δράση για τη βελτίωση και την ενίσχυση των υφισταμένων μεθόδων και προσεγγίσεων.

5.3. Μεθοδολογία της Έρευνας

Στην παρούσα έρευνα υιοθετείται η συγκριτική ανάλυση περιεχομένου των ΠΣ Υπολογιστικής Σκέψης και STEAM για τους/τις μαθητές/-τριες προσχολικής ηλικίας καθώς και των πρώτων τάξεων του δημοτικού σχολείου για τις χώρες (Ελλάδα, Αυστραλία, Σουηδία, Νότια Κορέα, Καναδάς) για τις οποίες επιλέχθηκε να μελετηθούν και εξεταστούν τα ΑΠΣ τους, σε σχέση πάντα με την Υπολογιστική Σκέψη και την προσέγγιση STEAM.

Η μέθοδος της ανάλυσης περιεχομένου χρησιμοποιείται στην ανάλυση προγραμμάτων διδασκαλίας και κυρίως σχολικών βιβλίων, με στόχο τον εντοπισμό προκαταλήψεων

και αρνητικών στάσεων απέναντι σε μειονότητες και κοινωνικές ομάδες. Ως βασικές αρχές της ποσοτικής ανάλυσης περιεχομένου θεωρούνται οι εξής: α) η αντικειμενικότητα, β) η συστηματικότητα, γ) η ποσοτικοποίηση και δ) η γενίκευση. Η ερευνητική διαδικασία με αυτή τη μέθοδο ακολουθεί τα εξής στάδια: α) οριοθέτηση του προβλήματος, β) ορισμός των πηγών (δειγματοληψία), γ) καθορισμός μονάδας ανάλυσης και κατηγοριών και δ) προσδιορισμού της κατεύθυνσης των αναφορών. Η ποιοτική ανάλυση δεν αξιολογεί την συχνότητα αλλά την ένταση με την οποία εμφανίζεται μια ιδιότητα. Η αξιολόγηση της κατεύθυνσης των αναφορών (θετικές, αρνητικές, ουδέτερες) γίνεται με το σύστημα των κριτών.

Από την άλλη, η συγκριτική μέθοδος εξετάζει εκπαιδευτικά συστήματα εν μέρει ή στο σύνολό τους. Επίσης, η συγκριτική ερευνητική διαδικασία αρχίζει με τη συλλογή και την καταγραφή του υλικού, συνεχίζεται με την ερμηνεία των δεδομένων και ολοκληρώνεται με την αντιπαραβολή και την σύγκρισή τους (Bryman, 2017).

5.4. Αναμενόμενα Αποτελέσματα

Μέσα από τη συγκριτική ανάλυση και τη χαρτογράφηση των ΠΣ αναμένεται να προβληθούν αρχές σχεδιασμού και βελτιωτικές παρατηρήσεις για την εκπαιδευτική πράξη. Επίσης, γίνεται προσπάθεια ώστε να αξιολογηθούν τα χαρακτηριστικά και τα οφέλη για το εκπαιδευτικό σύστημα της έννοιας της Υπολογιστικής Σκέψης και της προσέγγισης STEAM, αναφορικά με τις μεθόδους, τις στρατηγικές, τις θεματικές ενότητες και το υλικό, ορμώμενοι/-ες από τη βάση της εκπαιδευτικής πορείας των μαθητών/-τριων στο νηπιαγωγείο και στις πρώτες τάξεις του δημοτικού σχολείου.

Κεφάλαιο 6^ο: Σύγκριση των Προγραμμάτων Σπουδών των Χωρών

6.1. Εφαρμογή της Προσέγγισης STEAM στα ΑΠΣ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζουμε πληροφορίες αναφορικά με το κατά βαθμό αλλά και την έναρξη εφαρμογής της προσέγγισης STEAM σε κάθε μία από τις χώρες για τις οποίες μελετήσαμε τα ΑΠΣ τους.

Στην Ελλάδα, την τρέχουσα σχολική χρονιά (2021-2022), παρατηρείται μια πρώτη προσπάθεια ένταξης της προσέγγισης STEAM στα σχολεία πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, μέσω των νέων ΠΣ που υλοποιήθηκαν από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ) στα πλαίσια της δράσης «Πιλοτική Εφαρμογή Προγραμμάτων Σπουδών στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση». Αρχικά, κάτι τέτοιο υλοποιείται μόνο στα Πρότυπα και Πειραματικά Σχολεία της χώρας, τα οποία λειτουργούν ως πιλοτικές σχολικές μονάδες. Επιπρόσθετα, στο υποχρεωτικό ωρολόγιο πρόγραμμα όλων των Νηπιαγωγείων, Δημοτικών και Γυμνασίων εντάχθηκαν, από το Σεπτέμβριο του 2021, τα Εργαστήρια Δεξιοτήτων. Ειδικότερα, στο πλαίσιο του Ωρολογίου Προγράμματος του Νηπιαγωγείου τα Εργαστήρια Δεξιοτήτων εντάσσονται στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα της τάξης, ενώ στο Δημοτικό Σχολείο τα Εργαστήρια Δεξιοτήτων αντικαθιστούν τις ώρες της Ευέλικτης Ζώνης.

Από την άλλη, στην Αυστραλία, στις 11 Δεκεμβρίου 2015, παρουσιάστηκε ένα 10ετές πλάνο για μια Εθνική Στρατηγική Σχολικής Εκπαίδευσης STEAM (2016-2026), το οποίο επικυρώθηκε από τους υπουργούς Παιδείας της Αυστραλίας. Επίσης, στην Αυστραλία συναντάμε τα ειδικά σχολεία STEAM που έχουν ως πολιτική την αύξηση των μαθητών τους, παρέχοντας μια στοχευμένη και καινοτόμα εκπαίδευση (Erdogan & Stuessy, 2015). Ένας άλλος τρόπος ενθάρρυνσης των μαθητών να ασχοληθούν με την εκπαίδευση STEAM είναι οι ακαδημίες καριέρας, που αποτελούν κάτι σαν «σχολείο εντός του σχολείου».

Στη Σουηδία, τον Μάρτιο του 2017, η κυβέρνηση δέχτηκε την πρόταση του Skolverket (2017) για την εισαγωγή της ψηφιακής ικανότητας ως απαραίτητη δεξιότητα των μαθητών. Το νέο αναθεωρημένο ΠΣ είναι πλέον υποχρεωτικό σε όλα τα σχολεία της χώρας και εφαρμόζεται ήδη από το φθινόπωρο του 2018. Από την άλλη, στην Νότια

Κορέα, το Υπουργείο Παιδείας της χώρας, ήδη από το 2011, έχει ορίσει μια εθνική πολιτική ατζέντα, προκειμένου να προωθηθεί και να ενσωματωθεί η προσέγγιση STEAM στο ΑΠΣ (Kelley & Knowles, 2016). Ειδικότερα, η Νότια Κορέα έχει υιοθετήσει ένα εθνικό ΠΣ που καλύπτει τα επίπεδα από το 1 έως το 12, όπου τα 6 πρώτα έτη αφορούν το δημοτικό σχολείο, 3 χρόνια τις κατώτερες και 3 χρόνια τις ανώτερες τάξεις του γυμνασίου. Το Αναθεωρημένο ΠΣ ανακοινώθηκε τον Αύγουστο του 2011.

Τέλος, στον Καναδά, τον Σεπτέμβριο του 2014, το TDSB ξεκίνησε μια πρωτοβουλία για την εφαρμογή της εκπαίδευσης STEAM σε 60 πιλοτικά σχολεία ως μέρος της στρατηγικής K-12 STEAM.

6.2. Σχετικά με το Περιεχόμενο της Προσέγγισης STEAM στα ΑΠΣ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζουμε, σε γενικές γραμμές, το περιεχόμενο της προσέγγισης STEAM για κάθε μία από τις χώρες για τις οποίες μελετήσαμε τα ΑΠΣ τους.

Στην Ελλάδα, η φιλοσοφία οργάνωσης του περιεχομένου της μάθησης στα νέα ΑΠΣ βασίζεται σε τέσσερα (4) ΘΠ και στις Θεματικές Ενότητες (ΘΕ) που αυτά τα ΘΠ περιλαμβάνουν. Κάθε ΘΠ περιλαμβάνει δύο (2) ΘΕ εκτός από το 3^ο ΘΠ, «Παιδί και Θετικές Επιστήμες», στο οποίο ενσωματώνονται τρεις (3) ΘΕ. Η οργάνωση αυτών των ΘΠ σε ΘΕ βασίζεται στη φιλοσοφία και τη σημασία του να *«γνωρίζει κανείς τα μέρη για να κατανοήσει το όλο»* (ΙΕΠ, 2021α). Επιπρόσθετα, στα Εργαστήρια Δεξιοτήτων, οι στοχοθετημένες δεξιότητες ομαδοποιούνται και καλλιεργούνται σε τέσσερις κύκλους στοχοθεσίας ως εξής (Εργαστήρια Δεξιοτήτων στα σχολεία: προγράμματα σπουδών και θεματικές ενότητες, 2021): α) Δεξιότητες 21ου αιώνα (4cs), β) Δεξιότητες ζωής, γ) Δεξιότητες τεχνολογίας, μηχανικής και επιστήμης και δ) Δεξιότητες του νου.

Από την άλλη, η εκπαίδευση STEAM στο Αυστραλιανό ΠΣ εντοπίζεται μέσω των μαθησιακών τομέων της Επιστήμης, των Τεχνολογιών και των Μαθηματικών, αλλά και μέσω των γενικών δυνατοτήτων, ιδιαίτερα της ικανότητας της Αριθμητικής, της Τεχνολογίας Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), καθώς και της Κριτικής και Δημιουργικής Σκέψης.

Στη Σουηδία, από το φθινόπωρο του 2018, ο προγραμματισμός συμπεριλαμβάνεται στο ΠΣ των δημοτικών σχολείων, ειδικά στα μαθήματα των μαθηματικών και της τεχνολογίας. Στα ΑΠΣ της χώρας δίνεται πολύ μεγάλη έμφαση τόσο στη διδασκαλία των τεχνών, όσο και στη διδασκαλία της τεχνολογίας.

Στην Νότια Κορέα, το ΠΣ για τις τάξεις 1 και 2 είναι θεματικά ενσωματωμένο, ενώ το ΠΣ για τις τάξεις 3 έως 12 περιλαμβάνει μαθήματα όπως: επιστήμες, τεχνολογία, μαθηματικά, γλωσσικές τέχνες, κοινωνικές σπουδές και καλές τέχνες. Μέχρι το γυμνάσιο, απαιτείται συγκεκριμένος αριθμός ωρών διδασκαλίας, σε όλα τα μαθήματα, για όλους τους μαθητές, ως μέρος της υποχρεωτικής εκπαίδευσης (Nam-Hwa Kang, 2019). Αν και το κορεατικό ΠΣ, σχετικά με τις επιστήμες, απευθύνεται σε ζητήματα που σχετίζονται με την τεχνολογία και την κοινωνία, ωστόσο η τεχνολογία προσφέρεται και ως ξεχωριστό μάθημα.

6.3. Στοχοθεσία των ΑΠΣ και Προσέγγιση STEAM

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζουμε τους στόχους που θέτουν τα ΑΠΣ των χωρών, στην προσπάθεια εφαρμογής της προσέγγισης STEAM.

Στην Ελλάδα, τα νέα ΑΠΣ στοχεύουν καταρχάς στον Ψηφιακό Γραμματισμό, ο οποίος αφορά όλο το εύρος εκείνων των ικανοτήτων που πρέπει να διαθέτουν οι μαθητές/τριες και σχετίζονται με τη χρήση των ΤΠΕ για: α) την αναζήτηση, συλλογή, αξιολόγηση και διαχείριση πληροφορίας από ποικίλα μέσα και πηγές, β) τη δημιουργία ψηφιακού περιεχομένου και νέων πληροφοριών και γ) την επικοινωνία και το διαμοιρασμό πληροφοριών με άλλους με στόχο την οικοδόμηση γνώσεων και την επίλυση προβλημάτων. Επίσης, βασική στόχευση είναι ο Πληροφορικός Γραμματισμός των μαθητών/τριών κάτι που έχει να κάνει με την εις βάθος οικοδόμηση γνώσεων για βασικές έννοιες της Πληροφορικής και τον τρόπο λειτουργίας της υπολογιστικής τεχνολογίας. Απώτερος, όμως, στόχος είναι η ανάπτυξη της αλγοριθμικής σκέψης και της προγραμματιστικής ικανότητας, που αποτελούν βασικές συνιστώσες της Υπολογιστικής Σκέψης. Επιπρόσθετα, συναντάμε στη στοχοθεσία, την ανάπτυξη ικανοτήτων δημιουργίας και έκφρασης με τις ψηφιακές τεχνολογίες, συνδυάζοντας και χρησιμοποιώντας τόσο ψηφιακά εργαλεία παραγωγής και μετασχηματισμού ψηφιακού υλικού (κείμενα, εικόνες, ήχους, κ.λπ.) όσο και την αξιοποίηση τεχνολογιών ελέγχου και αλγοριθμικής προσέγγισης, όπως η ρομποτική και ο προγραμματισμός (ΙΕΠ,

2021β). Τέλος, στους επιμέρους στόχους των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων είναι η μάθηση μέσω ομαδοσυνεργατικής, δημιουργικής και κριτικά αναστοχαζόμενης διδακτικής μεθοδολογίας, η ενίσχυση των δεξιοτήτων ζωής, η ανάπτυξη δεξιοτήτων διαμεσολάβησης και υπευθυνότητας, καθώς και η ενίσχυση των δεξιοτήτων ψηφιακής μάθησης, τεχνολογίας και προγραμματιστικής σκέψης.

Στην Αυστραλία, η ακολουθούμενη στρατηγική STEAM, στο ΑΠΣ της χώρας, επικεντρώνεται στους εξής δύο στόχους: α) να εξασφαλίσει ότι όλοι οι μαθητές τελειώνουν το σχολείο με βασικές γνώσεις και δεξιότητες STEAM και β) να εμπνεύσει τους μαθητές να αναλάβουν και να ασχοληθούν με θέματα STEAM.

Από την άλλη, τα κύρια σημεία εστίασης της Εθνικής Πολιτικής της Σουηδίας, σχετικά με την Ψηφιακή Εκπαίδευση στα δημοτικά σχολεία, είναι: α) ψηφιακή μόρφωση για όλους, β) ίσες ευκαιρίες πρόσβασης και χρήσης, γ) έρευνα και παρακολούθηση ευκαιριών ψηφιοποίησης, δ) αυξημένη χρήση των ΤΠΕ από μαθητές και εκπαιδευτικούς στο χώρο των σχολείων, ε) ανάπτυξη συνθηκών για τεχνολογική υποστήριξη, στ) εκπαίδευση των μαθητών για χρήση του υπολογιστή ως εργαλείο μάθησης και ζ) ανάπτυξη δεξιοτήτων σε όλα τα επίπεδα, τόσο για μαθητές, όσο και για εκπαιδευτικούς και διευθυντές σχολείων. Το ΑΠΣ για την προσέγγιση STEAM, στη Σουηδία, δίνει έμφαση στη διδασκαλία της τέχνης, η οποία θα πρέπει να δίνει στους μαθητές ευκαιρίες ανάπτυξης ικανοτήτων, όπως: α) επικοινωνίας μέσω των εικόνων προκειμένου οι μαθητές να μπορούν να εκφράζουν διάφορα μηνύματα, β) δημιουργίας εικόνων χρησιμοποιώντας ψηφιακές και μη τεχνικές καθώς και εργαλεία και διαφορετικά υλικά, γ) εξέτασης και παρουσίασης διαφορετικών θεματικών αντικειμένων, χρησιμοποιώντας εικόνες και δ) ανάλυσης ιστορικών και σύγχρονων εγγράφων. Επιπλέον, Η εκπαίδευση STEAM, στο ΑΠΣ της Σουηδίας, στοχεύει στο να παρέχει την ευκαιρία στους μαθητές να κατανοήσουν τη σημασία της τεχνολογίας και να βρίσκουν τεχνικές λύσεις, εξετάζοντας ταυτόχρονα και τις επιπτώσεις στους ανθρώπους, την κοινωνία και το περιβάλλον. Επιπλέον, θα πρέπει οι μαθητές να μπορούν να αξιολογούν τις προτεινόμενες λύσεις και να τις συσχετίζουν με ερωτήματα που αφορούν την αισθητική, την ηθική, την οικονομία και τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Από την άλλη, η εκπαίδευση STEAM στην Νότια Κορέα στοχεύει στην αναζήτηση της σύγκλισης και της παροχής κινήτρων, ενθαρρύνοντας την αυτοκατευθυνόμενη μάθηση καθώς και την σύνδεση περιεχομένου με τις μαθησιακές εμπειρίες των ατόμων (Baek,

Park, HJ., Kim, Noh, Park, J., Lee, Jeong, Choi, & Han, 2011; Park, Kim, Noh, Lee, Jeong, Choi, Han, & Baek, 2012). Η κορεατική εκπαίδευση STEAM υπογραμμίζει τα εξής τρία στοιχεία: α) τον δημιουργικό σχεδιασμό, β) την συναισθηματική επαφή και γ) την σύγκλιση και ενσωμάτωση του περιεχομένου (Baek et al., 2011; KOFAC, 2014). Επίσης, δίνεται μεγάλη σημασία στην ανάπτυξη της συνεργασίας μιας και συντελεί στον δημιουργικό σχεδιασμό (Apedoe, Reynolds, Ellefson, & Schunn, 2008. Householder & Hailey, 2012. Hynes, Portsmore, Dare, Milto, Rogers, Hammer, & Carberry, 2011), μέσα από την επικοινωνία και την υλοποίηση συνεργατικών δραστηριοτήτων.

Τέλος, στον Καναδά, οι στόχοι της στρατηγικής TDSB για την εκπαίδευση STEAM είναι οι ακόλουθοι (TDSB, 2015a): α) επίτευξη υψηλότερων επιπέδων επιτυχίας και βαθμολογίας των μαθητών, β) ανάπτυξη δημιουργικής και καινοτόμου σκέψης των μαθητών, με επίκεντρο την εφαρμογή των μαθηματικών, της επιστήμης, της μηχανικής και της τεχνολογίας, γ) αύξηση της συμμετοχής και της εμπιστοσύνης των μαθητών στην αντιμετώπιση ανοικτών και πολύπλοκων προβλημάτων και δ) αμφισβήτηση της υπο-εκπροσώπησης των ιστορικά περιθωριοποιημένων κοινοτήτων, μέσω της άρσης των υφιστάμενων εμποδίων. Βασικό συστατικό του ΑΠΣ του Καναδά είναι η δυνατότητα που παρέχει στους μαθητές να αμφισβητήσουν και να χρησιμοποιήσουν δεξιότητες κριτικής σκέψης προκειμένου να προσεγγίσουν ένα πρόβλημα για το οποίο υπάρχουν πολλές λύσεις (Ghanbari, 2015).

6.4. Μέθοδοι Ένταξης της Προσέγγισης STEAM στα ΑΠΣ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζουμε τις μεθόδους που ακολουθούν τα ΑΠΣ των χωρών, στην προσπάθεια εφαρμογής της προσέγγισης STEAM.

Αναφορικά με τις μεθόδους που ακολουθούνται για την ένταξη της προσέγγισης STEAM στο ΑΠΣ της χώρας μας, το μοντέλο που υιοθετείται στο νέο ΑΠΣ προτείνει μια εργαλειοθήκη τεσσάρων (4) υποδοχών, σε κάθε μία από τις οποίες εμπεριέχονται τρεις (3) κατηγορίες βασικών ικανοτήτων. Πιο συγκεκριμένα έχουμε: α) εργαλεία σκέψης (κριτική σκέψη, δημιουργικότητα, επίλυση προβλήματος και στοχαστική λήψη αποφάσεων), β) εργαλεία επιστήμης και τεχνολογίας (καινοτομία, υπολογιστική σκέψη και σχεδιαστική - κατασκευαστική ικανότητα), γ) εργαλεία ζωής (προσωπική ενδυνάμωση και κοινωνική ευθύνη, ιδιότητα του πολίτη και ευελιξία,

προσαρμοστικότητα και ανθεκτικότητα) και δ) εργαλεία μάθησης (επικοινωνία, συνεργασία και μαθαίνω πώς να μαθαίνω – μεταγνώση).

Από την άλλη, στην Αυστραλία, προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της προσέγγισης STEAM, καθορίστηκαν οι ακόλουθες πέντε (5) στρατηγικές δράσεις:

1. Αύξηση της ικανότητας STEAM του μαθητή, της δέσμευσης και της συμμετοχής του.
2. Αύξηση της ικανότητας των εκπαιδευτικών για ποιοτική διδασκαλία STEAM.
3. Υποστήριξη των ευκαιριών για εκπαίδευση STEAM εντός του σχολείου.
4. Διευκόλυνση αποτελεσματικών συνεργασιών με την τριτοβάθμια εκπαίδευση, με επιχειρήσεις και τη βιομηχανία.
5. Δημιουργία μιας ισχυρής βάσης τεκμηρίωσης (Timms, Moyle, Weldon, & Pru, 2018).

Η κυβέρνηση της Νότιας Κορέας έχει διαθέσει ένα σημαντικό ποσό του εκπαιδευτικού προϋπολογισμού για την προώθηση του STEAM μέσα από διάφορες δράσεις και πρωτοβουλίες, προκρίνοντας τη δημιουργία νέων ιδεών ή προϊόντων που σχηματίζονται μέσα από μία διεπιστημονική ή πολυεπιστημονική σκέψη. Τα προγράμματα STEAM, στη Νότια Κορέα, απαιτούν την εμπλοκή όλων των μαθημάτων του σχολείου, κάτι που μπορεί να προσφέρει πλούσιες ευκαιρίες μάθησης. Επίσης, χορηγείται μια κοινή αξιολόγηση του ενδιαφέροντος των μαθητών και της ικανοποίησης των εκπαιδευτικών από την συμμετοχή τους στα διάφορα έργα που σχετίζονται με την εκπαίδευση STEAM. Μια άλλη μέθοδος που ακολουθείται στη Νότια Κορέα είναι η ενσωμάτωση της επιστήμης και της τεχνολογίας μέσα σε άλλα θέματα (π.χ. μέσα από τις τέχνες), κάτι που οδηγεί σε αυξημένη περιέργεια και ενδιαφέρον από τους μαθητές.

Τέλος, στον Καναδά, η στρατηγική K-12 STEAM του TDSB καθοδηγείται από τις εξής πέντε (5) στρατηγικές κατευθύνσεις (TDSB, 2015β):

1. Μετατροπή κάθε σχολείου σε αποτελεσματικό σχολείο.
2. Δημιουργία ηγεσίας μέσα σε μια κουλτούρα προσαρμοστικότητας, διαφάνειας και ανθεκτικότητας.
3. Δημιουργία ισχυρών, αποτελεσματικών σχέσεων και συνεργασιών.
4. Δημιουργία περιβαλλοντικά βιώσιμων σχολείων που εμπνέουν τη διδασκαλία και τη μάθηση.

5. Εντοπισμός των μειονεκτημάτων, έγκαιρη και αποτελεσματική παρέμβαση.

6.5. Προσεγγίσεις Ένταξης της Προσέγγισης STEAM στα ΑΠΣ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζουμε τις προσεγγίσεις που ακολουθούν οι διάφορες χώρες στα ΑΠΣ τους, στην προσπάθεια ένταξης της προσέγγισης STEAM στην καθημερινή εκπαιδευτική πρακτική.

Αναφορικά με τον τρόπο προσέγγισης της εκπαίδευσης STEAM στα ΑΠΣ, στην Ελλάδα, οι ικανότητες που περιέχονται στην εργαλειοθήκη είναι εγκάρσιες και διαθεματικές, αναπτύσσονται σε όλα τα μαθησιακά πλαίσια και λειτουργούν συμπληρωματικά για την ολόπλευρη ανάπτυξη των παιδιών και ενισχυτικά για το ρόλο τους ως αυριανών πολιτών. Η προσχολική εκπαίδευση, υπό το πρίσμα της ανάπτυξης των βασικών ικανοτήτων, βρίσκεται σε συστοιχία με τις αρχές της ολιστικής ανάπτυξης και μάθησης που υιοθετεί το ΠΣ. Στο νέο ΠΣ του μαθήματος ΤΠΕ και Πληροφορικής του Δημοτικού Σχολείου υιοθετείται η φιλοσοφία του Διαθεματικού Ενιαίου Πλαισίου Προγράμματος Σπουδών (ΔΕΠΠΣ) για την Πληροφορική, ξεκινώντας από την προσχολική εκπαίδευση και φτάνοντας έως το Λύκειο.

Από την άλλη, οι πολιτικές της Αυστραλιανής Κυβέρνησης (Australian Government, 2015α, 2015β, 2016) προωθούν την εκπαίδευση STEM στους ακόλουθους τομείς:

Α) Μαθητές: i) θερινά σχολεία STEAM, συμμετοχή σε εθνικούς διαγωνισμούς (π.χ. “περίεργα μυαλά”) και ii) μετασχολική εκπαίδευση σε συνεργασία με τη βιομηχανία.

Β) Εκπαιδευτικοί - Σχολεία: i) ψηφιακές τεχνολογίες - εκπαιδευτικά προγράμματα, ii) πρόγραμμα “Let’s Count Maths” για γονείς και iii) επιχορηγήσεις σχολείων ψηφιακού εγγραμματισμού.

Γ) ΑΠΣ: i) προγράμματα “Science by Doing”, ii) Early Learning STEM Australia (ELSA) και iii) ΠΣ στις ψηφιακές τεχνολογίες και στην κωδικοποίηση.

Στη Σουηδία, όλα όσα αναφέρονται από το Skolverket βασίζονται στο πλαίσιο DigComp που αναπτύχθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (European Commission, 2017) και την Digitalisering Kommissionen (2017). Στο ΠΣ της Σουηδίας, η ψηφιακή ικανότητα περιλαμβάνει τις εξής τέσσερις (4) πτυχές: α) κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η ψηφιοποίηση επηρεάζει τόσο τα άτομα όσο και την κοινωνία, β) κατανόηση και γνώση του τρόπου χρήσης ψηφιακών εργαλείων και μέσων, γ) κριτική και

υπεύθυνη χρήση ψηφιακών εργαλείων - πόρων και δ) ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και εφαρμογής ιδεών στην πράξη.

Από την άλλη, η ολοκληρωμένη εκπαίδευση STEAM, στη Νότια Κορέα, είναι μια προσέγγιση για την προετοιμασία εγγράμματων πολιτών και για μια κοινωνία υψηλής τεχνολογίας μέσω της ενσωμάτωσης της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής, των τεχνών και των μαθηματικών στην εκπαίδευση. Η Νότια Κορέα έχει δημιουργήσει μια ισχυρή βάση για τη δημιουργία καινοτομίας στην επιστήμη και στην τεχνολογία, με επικεφαλής το Υπουργείο Επιστημών και Τεχνολογίας.

Τέλος, στον Καναδά, η εκπαίδευση STEAM μπορεί να περιγραφεί ως μια ολιστική προσέγγιση της μάθησης μέσω της «εκπαίδευσης ολόκληρου του παιδιού» (Connolly, 2012) και της κάλυψης των αναγκών του τόσο σε κοινωνικό, όσο και σε συναισθηματικό και ακαδημαϊκό επίπεδο (Katz-Buonincontro, 2018). Η εκπαίδευση STEAM έχει τη δυνατότητα να καλύψει τις ατομικές ανάγκες των μαθητών, καθώς αποτελεί έναν αρκετά μαθητοκεντρικό τύπο ΠΣ, με πολλαπλά σημεία εισόδου, κάτι που σημαίνει ότι οι μαθητές όλων των επιπέδων και ικανοτήτων μπορούν να πετύχουν σε αυτό με το οποίο θα ασχοληθούν.

6.6. Απαιτούμενο Υλικό για την Ένταξη της Προσέγγισης STEAM στα ΑΠΣ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζουμε το υλικό που προτείνουν προς αξιοποίηση οι διάφορες χώρες στα ΑΠΣ τους, στην προσπάθεια ένταξης της προσέγγισης STEAM στην σχολική πραγματικότητα.

Σχετικά με το υλικό που ενδέχεται να χρησιμοποιηθεί στα σχολεία της χώρας μας, κατά την εφαρμογή των νέων ΑΠΣ, το πιθανότερο είναι να αξιοποιηθεί ο υπάρχον υλικοτεχνικός εξοπλισμός, όπως είναι τα εργαστήρια υπολογιστών των σχολείων, τα οποία διαθέτουν πλέον καινούρια υπολογιστικά συστήματα που προμηθεύτηκαν πρόσφατα οι σχολικές μονάδες το χρονικό διάστημα Ιούνιος - Δεκέμβριος 2021. Επίσης, στο υλικό περιλαμβάνονται βιντεοπροβολείς, ικανός αριθμός από tablets, τα οποία δόθηκαν κατά την περίοδο της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, υψηλής ταχύτητας σύνδεση στο διαδίκτυο, διαδικτυακά εκπαιδευτικά λογισμικά και κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό.

Από την άλλη, στα δημοτικά σχολεία της Σουηδίας αντιστοιχούν περίπου δύο μαθητές σε κάθε Η/Υ. Σε κάθε δημόσιο δημοτικό σχολείο παρέχονται τα ακόλουθα: α) 2-4 εκπαιδευτικά πακέτα ENGINO, β) 1 πακέτο υποστηρικτικού υλικού που περιλαμβάνει πηγές ενέργειας (φωτοστοιχεία, manual generator, κουτί μπαταρίας, ανεμογεννήτριες), γ) 1-2 ρομπότ PROBOT και κατάλληλο υποστηρικτικό υλικό, συμπεριλαμβανομένου του λογισμικού προγραμματισμού PROBOTIX και δ) άλλο λογισμικό/εφαρμογές.

Στη Νότια Κορέα, ήδη από το 2012, χρηματοδοτούνται έργα ανάπτυξης διδακτικού και εκπαιδευτικού υλικού STEAM προκειμένου να παρέχεται στους εκπαιδευτικούς αποτελεσματικό και σχετικό εκπαιδευτικό υλικό.

6.7. Απαιτήσεις Ένταξης της Προσέγγισης STEAM στα ΑΠΣ

Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζουμε τις απαιτήσεις που υπάρχουν προκειμένου να εφαρμοστεί αποτελεσματικά η προσέγγιση STEAM στα εκπαιδευτικά συστήματα των χωρών.

Αν θελήσουμε να καταγράψουμε τις απαιτήσεις που υπάρχουν προκειμένου να γίνει σωστή εφαρμογή των νέων ΑΠΣ στη χώρα μας, σίγουρα θα πρέπει να ξεκινήσουμε από την ύπαρξη του κατάλληλου υλικοτεχνικού εξοπλισμού, τη δημιουργία κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού, δραστηριοτήτων, λογισμικών, καθώς και της ύπαρξης διαθέσιμης αίθουσας όπου οι μαθητές θα πραγματοποιούν τα μαθήματα και θα συνεργάζονται μεταξύ τους κατά την υλοποίηση των ομαδοσυνεργατικών δραστηριοτήτων. Επίσης, δε θα πρέπει να αγνοήσουμε την ανάγκη επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών που θα κληθούν να υλοποιήσουν τα νέα ΑΠΣ, μιας και αποτελούν τη βασική συνιστώσα για την επιτυχία της όλης προσπάθειας.

Από την άλλη, στη Σουηδία, οι διευθυντές υπογραμμίζουν πως απαιτείται κατάλληλη ανάπτυξη δεξιοτήτων ώστε τα μέλη του εκπαιδευτικού προσωπικού να μπορούν να διαχειρίζονται και να εκμεταλλεύονται τη διαθέσιμη ψηφιακή υποδομή των σχολείων τους. Προφανώς, αυτή η έλλειψη δεξιοτήτων STEAM από τους δασκάλους μπορεί να επιφέρει την ανάπτυξη ενός χάσματος μεταξύ της διαθέσιμης ηλεκτρονικής υποδομής και της κατάλληλης χρήσης της για τη διαπαιδαγώγηση των μαθητών στα δημοτικά σχολεία. Για παράδειγμα, τονίζεται η ανάγκη βελτίωσης των υποδομών πληροφορικής, την παροχή πρόσβασης τόσο σε σταθερά όσο και σε ανοιχτά δίκτυα Wi-Fi, καθώς και

της απόκτηση υπολογιστικών συσκευών ώστε κάθε εκπαιδευτικός πρέπει να έχει τη δική του συσκευή εντός δύο ετών, ενώ κάθε μαθητής μέσα σε τρία χρόνια. Επίσης, η στρατηγική πληροφορικής συζητά την ανάγκη για υπολογιστικές συσκευές στις οποίες τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι μαθητές θα μπορούν να δοκιμάσουν και να εγκαταστήσουν το δικό τους λογισμικό. Τέλος, η στρατηγική πληροφορικής απαιτεί διευθυντές σχολείων και διοικητικό προσωπικό με ικανότητες κατανόησης των σχετικών ζητημάτων, μιας και είναι αυτοί που θα διαδραματίσουν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη διαδικασία εφαρμογής της στρατηγικής, προωθώντας και υποστηρίζοντας τους εκπαιδευτικούς κατά τις προσπάθειές τους.

Στη Νότια Κορέα, έχει γίνει μια σειρά από μεταρρυθμιστικές πρωτοβουλίες, με αποτέλεσμα να υπάρξει σημαντική εθνική χρηματοδότηση για έρευνα και ανάπτυξη για ζητήματα που σχετίζονται με την εκπαίδευση STEAM, δίνοντας βάση σε δύο βασικούς τομείς: α) την επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών και β) την ανάπτυξη ΠΣ για την εκπαίδευση STEAM. Η χρηματοδότηση παρέχεται από το Υπουργείο Παιδείας της Νότιας Κορέας, σε μια κυβερνητική υπηρεσία που ονομάζεται Korea Foundation for the Advancement and Creativity (KOFAC), η οποία διοργανώνει προγράμματα για πρωτοβουλίες σχετικά με την εκπαίδευση STEAM (Nam-Hwa Kang, 2019). Εκπαιδευτικοί, ειδικοί και ερευνητές, ισχυρίζονται ότι είναι απαραίτητο να δούμε την εκπαίδευση STEAM ως έναν εντελώς νέο τρόπο επίλυσης των προβλημάτων. Για να πετύχει η προσέγγιση STEAM, οι δάσκαλοι αποτελούν τον πιο κρίσιμο παράγοντα. Συνεπώς, έχει ξεκινήσει προσπάθεια σταδιακής κατάρτισης των εκπαιδευτικών όλων των ειδικοτήτων (μαθηματικών, φυσικών επιστημών και τεχνικής εκπαίδευσης) (Jon & Chung, χ.χ.). Για παράδειγμα, η κυβέρνηση και η KOFAC έχουν φιλοξενήσει συμπόσια, συνέδρια, φόρουμ και εκδηλώσεις όπως είναι η έκθεση STEAM, προκειμένου να διαδοθούν οι έννοιες και τα περιεχόμενα της εκπαίδευσης STEAM. Επιπλέον, οι δημιουργοί του ΠΣ έχουν επισκεφθεί πόλεις για να προωθήσουν, να παρουσιάσουν και να διευκολύνουν την κατανόηση του αναθεωρημένου ΠΣ, καθώς και για να παράσχουν υποστήριξη με τη μορφή κατάρτισης και διαλέξεων στους εκπαιδευτικούς (Lee, J. et al., 2011). Επιπλέον, η ίδρυση σχολών Επιστήμης και Τεχνών για τους ταλαντούχους μαθητές στο Incheon και την πόλη Sejong, προσφέρει, στην πράξη, τη διεπιστημονική εκπαίδευση.

Τέλος, στον Καναδά, ως βασική απαίτηση προκύπτει η απαίτηση από τους δασκάλους και τους διευθυντές των σχολείων να αφιερώνουν αρκετά περισσότερο χρόνο για τον

σχεδιασμό και την προετοιμασία ενός ολοκληρωμένου ΠΣ. Η έλλειψη χρόνου για διεπιστημονικές δραστηριότητες, η δυσκολία σύνδεσης αυτών των δραστηριοτήτων με το ΑΠΣ, η έλλειψη εμπιστοσύνης στη διδασκαλία μαθημάτων με τα οποία οι εκπαιδευτικοί είναι λιγότερο εξοικειωμένοι, η δυσκολία στην αξιολόγηση των εργασιών των μαθητών και η έλλειψη υποστήριξης από τη διοίκηση του σχολείου, συνιστούν σημαντικές απαιτήσεις. Επομένως, είναι απαραίτητο οι εκπαιδευτικοί να λάβουν κατάλληλη εκπαίδευση τόσο πριν όσο και κατά τη διάρκεια εφαρμογής της προσέγγισης STEAM.

Κεφάλαιο 7^ο: Σύνοψη – Συζήτηση – Προτάσεις

Από όσα αναφέρονται παραπάνω γίνεται αντιληπτό πως η χώρα μας, μόλις φέτος (φθινόπωρο 2021), κάνει τα πρώτα βήματα όσον αφορά την ένταξη και εφαρμογή της προσέγγισης STEAM στην καθημερινή εκπαιδευτική πρακτική. Ωστόσο, βλέπουμε πως στις άλλες χώρες για τις οποίες μελετήσαμε τα ΑΠΣ, η προσέγγιση αυτή έχει αρχίσει να υιοθετείται εδώ και αρκετά χρόνια, με την Νότια Κορέα να είναι πρωτοπόρος στο χώρο της εκπαίδευσης STEAM. Το παραπάνω εύρημα δείχνει ξεκάθαρα πως υπάρχει βασική διαφορά στη χάραξη της εκπαιδευτικής πολιτικής μεταξύ των διαφόρων χωρών (Αυστραλία, Σουηδία, Νότια Κορέα και Καναδάς) και της δικής μας.

Επιπρόσθετα, από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό πως τα ΑΠΣ που στοχεύουν στην υλοποίηση της προσέγγισης STEAM έχουν ως βασικά στοιχεία του περιεχομένου τους τις τέχνες, την τεχνολογία (Σουηδία, Νότια Κορέα) καθώς και την ανάπτυξη της κριτικής και δημιουργικής σκέψης (Αυστραλία).

Από την άλλη, προέκυψε ότι βασικός στόχος αποτελεί ο ψηφιακός και πληροφορικός γραμματισμός των μαθητών μέσα από τη χρήση υπάρχοντος αλλά και τη δημιουργία ψηφιακού υλικού (Ελλάδα, Σουηδία). Επίσης, σε αρκετά ΑΠΣ δίνεται μεγάλη σημασία στην ανάπτυξη της αλγοριθμικής, υπολογιστικής σκέψης και της προγραμματιστικής ικανότητας, καθώς και της ανάπτυξης κριτικής ικανότητας, της δημιουργικότητας και κυρίως της συνεργατικότητας και της δυνατότητας επίλυσης προβλημάτων (Σουηδία, Νότια Κορέα, Καναδάς).

Οι μέθοδοι που αξιοποιούνται έχουν να κάνουν με την ένταξη και αξιοποίηση μιας σειράς εργαλείων που αφορούν τις επιστήμες και την τεχνολογία (Ελλάδα), στην αύξηση της δέσμευσης των μαθητών αλλά και της ικανότητας των εκπαιδευτικών να εφαρμόσουν την εκπαίδευση STEAM (Αυστραλία). Επίσης, ως βασική μέθοδο συναντάμε την εμπλοκή όλων των μαθημάτων στην εκπαίδευση STEAM καθώς και την ενσωμάτωση της επιστήμης και της τεχνολογίας μέσα σε άλλα θέματα (π.χ. μέσα από τις τέχνες) (Νότια Κορέα), ενώ και η δημιουργία ενός κατάλληλου σχολικού περιβάλλοντος με ισχυρές σχέσεις συνεργασίας (Καναδάς) συνιστά μια συχνά εφαρμοζόμενη μέθοδο.

Η προσέγγιση που ακολουθείται για την ένταξη της προσέγγισης STEAM διαφέρει, σε μερικά σημεία, από χώρα σε χώρα. Στην Ελλάδα, μιας και βρισκόμαστε σε αρχικό στάδιο, προκρίνεται η ολόπλευρη ανάπτυξη των παιδιών και η ενίσχυση του ρόλου τους ως αυριανών πολιτών, ακολουθώντας αρχές ολιστικής ανάπτυξης και μάθησης κάτι που συναντάμε και στο ΑΠΣ του Καναδά. Από την άλλη, στην Αυστραλία υπάρχει μια πολύ καλή οργάνωση για την προώθηση της εκπαίδευσης STEAM τόσο στους μαθητές όσο και στους εκπαιδευτικούς και τους γονείς, ενώ στη Νότια Κορέα δίνεται βάρος στην προετοιμασία εγγράμματων πολιτών για μια κοινωνία υψηλής τεχνολογίας μέσω της ενσωμάτωσης της προσέγγισης STEAM.

Σχετικά με το υλικό που απαιτείται για να εφαρμοστεί η προσέγγιση STEAM, βλέπουμε πως η Σουηδία είναι αρκετά οργανωμένη στο πεδίο αυτό, μιας και παρέχουν μια πληθώρα λογισμικών και υλικού που σχετίζονται κυρίως με την εκπαιδευτική ρομποτική. Επίσης, η Νότια Κορέα παρέχει υψηλή χρηματοδότηση στα σχολεία και στους εκπαιδευτικούς προκειμένου να υποστηριχθεί το έργο τους.

Τέλος, αναφορικά με τις απαιτήσεις, σε όλες τις χώρες αυτές επικεντρώνονται στην ύπαρξη κατάλληλου υλικοτεχνικού εξοπλισμού και εκπαιδευτικού υλικού, ενώ η ανάγκη επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών που θα κληθούν να υλοποιήσουν τα νέα ΑΠΣ, συνιστά βασική συνιστώσα για την επιτυχία της προσέγγισης STEAM. Η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών έχει πρωτεύοντα ρόλο στα ΑΠΣ της Νότιας Κορέας, ενώ στον Καναδά δίνεται ιδιαίτερη σημασία στον υποστηρικτικό και καθοδηγητικό ρόλο του διευθυντή της σχολικής μονάδας.

Όσον αφορά τις προτάσεις που μπορούμε να κάνουμε αυτές επικεντρώνονται στο ότι η προσέγγιση STEAM καλό θα είναι να ενταχθεί σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα και όχι μόνο στο μάθημα των ΤΠΕ και της Πληροφορικής. Από την άλλη, προτείνεται η Πολιτεία να λάβει την κατάλληλη μέριμνα για την εκπαίδευση και την προσέγγιση STEAM, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες και τις απαιτήσεις της, σχεδιάζοντας ένα πλαίσιο για την ένταξή της στην καθημερινή εκπαιδευτική πρακτική, προσφέροντας τόσο προγράμματα επιμόρφωσης στους εκπαιδευτικούς, όσο και παρέχοντας το κατάλληλο υλικό STEAM για δράσεις και εργαστήρια. Τέλος, στο κομμάτι της έρευνας θα μπορούσε να υλοποιηθούν μελέτες που θα εξετάζουν την επίδραση της εκπαίδευσης STEAM στην ανάπτυξη και καλλιέργεια της δημιουργικότητας των παιδιών καθώς και στην επίδοσή τους στα διάφορα μαθήματα.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση

- Γερογιάννης, Κ., & Μπούρας, Α. (2007). Σχεδιασμός Αναλυτικών Προγραμμάτων Σπουδών – Νέες Τάσεις, Πρακτικά συνεδρίου “*Η πρωτοβάθμια εκπαίδευση και οι προκλήσεις της εποχής μας*”, Ιωάννινα.
- Γουάλλες, Μ. (2021). Πανελλήνιο και Διεθνές Συνέδριο “*Εκπαιδευτικοί και Εκπαίδευση STE(A)M*” *STE(A)M educators and education*, 07-09 Μαΐου 2021.
- Εργαστήρια Δεξιοτήτων στα σχολεία: Πρόγραμμα σπουδών και θεματικές ενότητες. (2021). Ανακτήθηκε στις 21 Νοεμβρίου, 2021, από https://www.alfavita.gr/ekpaideysi/355001_ergastiria-dexiotiton-sta-sholeia-programma-spoydon-kai-thematikes-enotites.
- Θεοφιλίδης, Χ. (2002). *Διαθεματική προσέγγιση της διδασκαλίας*. Αθήνα: Γρηγόρης.
- Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ). (2021α). *Πρόγραμμα Σπουδών για την Προσχολική Εκπαίδευση, Πράξη «Αναβάθμιση των Προγραμμάτων Σπουδών και Δημιουργία Εκπαιδευτικού Υλικού Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης»* - MIS: 5035542, Πρώτη Έκδοση, Αθήνα: 2021.
- Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ). (2021β). *Πρόγραμμα Σπουδών για το Μάθημα ΤΠΕ και Πληροφορικής Δημοτικού, Πράξη «Αναβάθμιση των Προγραμμάτων Σπουδών και Δημιουργία Εκπαιδευτικού Υλικού Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης»* - MIS: 5035542, Πρώτη Έκδοση, Αθήνα: 2021.
- Ιωάννου, Β. (2016). *Διεπιστημονικότητα και Προγράμματα Σπουδών Εκπαιδευτικής Ρομποτικής* (Διπλωματική εργασία). Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού. Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών. Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Καραπάνου, Ε., & Τζίρου, Η. (2018). *Η προσέγγιση STEAM στην Προσχολική Αγωγή – Ο σχεδιασμός, η υλοποίηση και η αποτίμηση ενός εκπαιδευτικού προγράμματος* (Διπλωματική εργασία). Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών “*Παιδαγωγικά Μέσω Καινοτόμων Προσεγγίσεων, Τεχνολογίες και Εκπαίδευση*”, Τμήμα Αγωγής και Φροντίδας, στην Πρώιμη Παιδική Ηλικία, Σχολή Διοικητικών, Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών, Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών, Σχολή Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής.
- Κωνσταντινίδου, Δ. (2020). *Διερεύνηση ύπαρξης και βαθμού ενίσχυσης των κινήτρων και της χρήσης των στρατηγικών μάθησης της ολοκληρωμένης προσέγγισης STEM/STEAM στο θέμα της αθηρωμάτωσης σε σύγκριση με την παραδοσιακή διδασκαλία στην Κ12 εκπαίδευση στην Ελλάδα*. Διαπανεπιστημιακό Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών - (Δ.Δ.Π.Μ.Σ.) των Παιδαγωγικών Τμημάτων Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Πατρών (ΠΠ) και του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΕΚΠΑ) «*Διεπιστημονική Προσέγγιση της Επιστήμης, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών – STEM στην Εκπαίδευση*». Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Ματσαγγούρας, Η. (2006). *Η Διαθεματικότητα στη Σχολική Γνώση - Εννοιοκεντρική Αναπλαισίωση και Σχέδια Εργασίας*. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.

- Μαυρουδή, Ε., Πέτρου, Α., & Φεσάκης, Γ. (2014). Υπολογιστική Σκέψη: Εννοιολογική εξέλιξη, διεθνείς πρωτοβουλίες και προγράμματα σπουδών. Στο *Αναστασιάδης, Π., Ζαράνης, Ν., Οικονομίδης, Β. & Καλογιαννάκης, Μ. (Επιμ.), Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, 3-5 Οκτωβρίου. Ρέθυμνο: Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Μπουρδή, Μ. (2007). Η προοπτική της διεπιστημονικότητας στην επαγγελματική εκπαίδευση, *2ο Εκπαιδευτικό συνέδριο 'Γλώσσα, σκέψη και πράξη στην εκπαίδευση'*, Ιωάννινα.
- Ευπολιά, Ε. (2020). *Σχεδίαση εκπαιδευτικού επιτραπέζιου παιχνιδιού για την υποστήριξη της εκπαίδευσης στην πρωτοβάθμια (STEAM)* (Διπλωματική εργασία). Πρόγραμμα Σπουδών «Γραφικές Τέχνες», Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Ρόκος, Δ. (χ.χ.). *Η Διεπιστημονικότητα στην Ολοκληρωμένη Προσέγγιση και Ανάλυση της Ενότητας της Φυσικής και της Κοινωνικοοικονομικής Πραγματικότητας*. Ανακτήθηκε στις 12 Οκτωβρίου, 2021, από http://environ.survey.ntua.gr/files/keimena/rokos_d.pdf.
- Σκορδούλης, Κ. (2018). *Εκπαίδευση STEM: Στόχοι, Συγκρότηση, Προοπτικές*. Post Graduate Program: “Interdisciplinary Approach on STEM EDUCATION”. *2nd International Conference on Innovating STEM Education*, 22-24 June 2018. Deutsche Schule Athen, Greece.
- Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων. (2021). *Εργαστήρια Δεξιοτήτων στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*.
- Φεσάκης, Γ. (2018). *Εισαγωγή στις εφαρμογές των ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαίδευση: Από τις Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) στην Ψηφιακή Ικανότητα και την Υπολογιστική Σκέψη*. Εκδόσεις Gutenberg.
- Φεσάκης, Γ., Πραντσούδη, Στ., Κόμης, Β., Παπανικολάου, Κ., & Δημητρακοπούλου, Α. (2019). *Η σημασία της ενσωμάτωσης της ΥΣ στην εκπαίδευση και ο διαγωνισμός Κάστορας (Bebras-GR) ως πρωτοβουλία προώθησης της ΥΣ στην Ελλάδα*, Προσκεκλημένη κεντρική ομιλία στο 10ο Πανελλήνιο Συνέδριο των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ – Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη, Ρόδος, 12-14 Απριλίου 2019.
- Χατζηγεωργίου, Ι. (1998). *Γνώθι του Curriculum: Γενικά και ειδικά θέματα αναλυτικών προγραμμάτων και διδακτικής*, Αθήνα: Εκδόσεις Διάδραση.
- Ψυχάρης, Σ., & Καλοβρέκτης, Κ. (2018). *Διδακτική και Σχεδιασμός Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων STEM και ΤΠΕ*. Αθήνα: Εκδόσεις Τζιόλα.

Ξενόγλωσση

- Allan, W., Coulter, B., Denner, J., Erickson, J., Lee, I., Malyn-Smith, J., & Martin, F. (2010). *Computational thinking for youth. Itest small working group on computational thinking.*
- Allina, B. (2018). The development of STEAM educational policy to promote student creativity and social empowerment. *Arts Education Policy Review, 119*(2), 77-87.
- Apedoe, X., Reynolds, B., Ellefson, M., & Schunn, C. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. *Journal of Science Education and Technology, 17*, 454-465. Doi: 10.1007/s10956-008-9114-6.
- Atilas, J. T., Jones, J. L., & Anderson, J. A. (2013). More than a read-aloud: Preparing and inspiring early childhood teachers to develop our future scientists. *Teacher Education and Practice, 26*(2), 285-299.
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems, 75*, Part B, 661-670. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.10.008>.
- Australian Curriculum (χ.χ.). *STEM in the Australian Curriculum*. Ανακτήθηκε στις 03 Οκτωβρίου, 2021, από <https://www.australiancurriculum.edu.au/resources/stem/stem-report/>.
- Australian Government (2015a). *Embracing the digital age*. Ανακτήθηκε στις 18 Οκτωβρίου, 2021, από <http://innovation.gov.au/page/embracing-digital-age>.
- Australian Government (2015b). *Restoring the focus on STEM in school's initiative*. Ανακτήθηκε στις 22 Οκτωβρίου, 2021, από <https://www.studentsfirst.gov.au/restoring-focus-stem-schools-initiative>.
- Australian Government. (2016). *Quality schools, quality outcomes*. Ανακτήθηκε στις 15 Οκτωβρίου, 2021, από <https://docs.education.gov.au/documents/quality-schools-quality-outcomes>.
- Australian Industry Group (AIG). (2013). *Lifting our Science, Technology, Engineering and Maths (STEM) Skills*. Ανακτήθηκε στις 19 Οκτωβρίου, 2021, από http://www.aigroup.com.au/portal/binary/com.epicentric.contentmanagement.servlet.ContentDeliveryServlet/LIVE_CONTENT/Publications/Reports/2013/Ai_Group_Skills_Survey_2012---STEM_FINAL_PRINTED.pdf.
- Baek, Y., Park, H.J., Kim, Y., Noh, S., Park, J., Lee, J., Jeong, J., Choi, Y., & Han, H. (2011). STEAM education in Korea. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, 11*(4), 149-171.
- Bagiati, A. (2011). *Early engineering: A developmentally appropriate curriculum for young children* (Doctoral dissertation, Purdue University).
- Bagiati, A., & Evangelou, D. (2016). Practicing Engineering while Building with Blocks: Identifying Engineering Thinking. *European Early Childhood Education Research Journal, 24*(1).
- Barcelos, T. S., & Silveira, I. F. (2012). Teaching Computational Thinking in initial series: An analysis of the confluence among mathematics and Computer Sciences

- in elementary education and its implications for higher education. In 2012 XXXVIII Conferencia Latinoamericana En Informatica (CLEI), pp. 1–8. Doi: <https://doi.org/10.1109/CLEI.2012.6427135>.
- Bequette, W., & Bequette, B. (2012). A place for art and design education in the STEM conversation. *Art Education*, 65(2), 40–47.
- Bell, T., Rosamond, F., & Casey, N. (2012). Computer Science Unplugged and Related Projects in Math and Computer Science Popularization. In H. Bodlaender, R. Downey, F. Fomin, & D. Marx (Eds.), *The Multivariate Algorithmic Revolution and Beyond* (Vol. 7370, pp. 398-456, Lecture Notes in Computer Science): Springer Berlin Heidelberg.
- Bequette, J. W., & Bequette, M. B. (2012). A place for art and design education in the STEM conversation. *Art Education*, 65(2), 40-47.
- Bers, M., 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.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice*; EUR 28295 EN. Doi:10.2791/792158. Ανακτήθηκε στις 22 Οκτωβρίου, 2021, από <http://www.eun.org/resources/detail?publicationID=861>.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington DC: National Academy Press. Ανακτήθηκε στις 15 Οκτωβρίου, 2021, από https://www.desu.edu/sites/flagship/files/document/16/how_people_learn_book.pdf.
- Bray, J. (2010). Psychology as a Core Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Discipline. *American Psychological Association*.
- Breiner, J., Harkness, M., Johnson, C., & Koehler, C. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3–11. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>.
- Brown, C., Sentance, S., Crick, T., & Humphreys, S. (2014). Restart: The Resurgence of Computer Science in UK Schools. *Transactions on Computing Education*, 14(2), 1-22.
- Bybee, R. W. (2009). The BSCS 5E instructional model and 21st century skills. *Colorado Springs, CO: BSCS*, 24.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Computer Science Teachers Association (CSTA) & International Society for Technology in Education (ISTE). (2011). *Computational Thinking: Leadership Toolkit* (1st ed.). Ανακτήθηκε στις 20 Οκτωβρίου, 2021, από <http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-leadershiptoolkit.pdf?sfvrsn=4>.
- Conley, M., Douglass, L., & Trinkley, R. (2014). Using inquiry principles of art to explore mathematical practice standards. *Middle Grades Research Journal*, 9(3), 89-101.

- Connelly, G. (2012). Art puts the STEAM in STEM. *Principal*, 92(2), 48.
- Curriculum. *ACM Inroads*, 5(4), 64–71. Doi: <https://doi.org/10.1145/2684721.2684736>.
- Dede, C., Mishra, P., & Voogt, J. (2013). Advancing computational thinking in 21st century learning. EDUsummIT 2013, *International summit on ICT in education*, Washington, DC. Ανακτήθηκε στις 20 Οκτωβρίου, 2021, από https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/6168377/Advancing_computational_thinking_in_21st_century_learning.pdf.
- Denning, P. (2009). The Profession of IT Beyond Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 52(6), 28-30.
- Denning, P. (2017). Remaining trouble spots with computational thinking. *Communications of the ACM* 60(6), 33-39.
- Digitalisering Kommissionen. (2014). En digital agenda i människans tjänst: en ljusnande framtid kan bli vår: delbetänkande. *Technical Report SOU 2014:13*, 2014.
- Education Council. (2015). *National STEM school education strategy, 2016-2026*. Ανακτήθηκε στις 21 Οκτωβρίου, 2021, από <http://www.educationcouncil.edu.au/site/DefaultSite/filesystem/documents/National%20STEM%20School%20Education%20Strategy.pdf>.
- Edwards, L. C. (2010). *The creative arts: A process approach for teachers and children* (5th ed.). Upper Saddle River, NJ: Merrill Publishing.
- Ejiwale, J. A. (2012). Facilitating teaching and learning across STEM fields. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(3), 87-94.
- Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, U. (2014). Implementing a robotics curriculum in an early childhood Montessori classroom. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 13, 153-169.
- Erdogan, N. & Stuessy, C. (2015). Modeling successful STEM high schools in the United States: An ecology framework. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 3(1), 77–92.
- Evangelou, D., Dobbs-Oates, J., Bagiati, A., Liang, S., & Choi, Y. (2010). Talking about Artifacts: Preschool Children's Explorations with Sketches, Stories, and Tangible Objects. *Early Childhood Research & Practice*, 12(2), n2.
- European Commission. (2016). *DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens*, 2016.
- Falkner, K., Vivian, R., & Falkner, N. (2014). The Australian Digital Technologies Curriculum: Challenge and Opportunity. *Paper presented at the Australasian Computing Education*, Auckland, New Zealand.
- Fang, N. (2013). Increasing high school students' interest in STEM education through collaborative brainstorming with Yo-Yos. *Journal of STEM Education*, 14(4), 8-14.
- Fessakis, G., Komis, V., Mavroudi, E., & Prantsoudi, S. (2018). Exploring the scope and the conceptualization of Computational Thinking at the K-12 classroom level curriculum, In M. S. Khine (Ed.) (2018). *Computational Thinking in the STEM Disciplines: Foundations and Research Highlights*. Switzerland: Springer.

- Fessakis, G., & Prantsoudi, S. (2019). Computer Science Teachers' Perceptions, Beliefs and Attitudes on Computational Thinking in Greece. *Informatics in Education*.
- Ghanbari, S. (2015). Learning across disciplines: A collective case study of two university programs that integrate the arts with STEM. *International Journal of Education & the Arts*, 16(7), 1-21. Ανακτήθηκε στις 21 Οκτωβρίου, 2021, από <http://eprints.cdlib.org/uc/item/9wp9x8sj>.
- Gresnigt, R., Taconis, R., Van Keulen, H., Gravemeijer, K., & Baartman, L. (2014). Promoting science and technology in primary education: A review of integrated curricula. *Studies in Science Education*, 50(1), 47-84.
- Gross, K., & Gross, S. (2016). Transformation: Constructivism, design thinking, and elementary STEAM. *Art Education*, 69(6), 36-43.
- Gunn, J. (2017). *Why the "A" in STEAM Education is Just As Important As Every Other Letter*. Ανακτήθηκε στις 20 Οκτωβρίου, 2021, από <https://education.cu-portland.edu/blog/leaders-link/importance-of-arts-in-steam-education/>.
- Fisher, L. M. (2016). A decade of ACM efforts contributes to computer science for all. *Communications of the ACM*, 59(4), 25-27.
- Harste, J. (2001). *What education as inquiry is and isn't? Critiquing the whole language and classroom inquiry*. NCTE.
- Henderson, P. B., Cortina, T. J., Hazzan, O., & Wing, J. M. (2007). Computational thinking. In *Proceedings of the 38th ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '07)*, pp. 195–196. New York: ACM Press.
- Herro, D., & Quigley, C. (2016). Innovating with STEAM in middle school classrooms: Remixing education. *On the Horizon*, 24(3), 190-204.
- Hynes, M., Portsmouth, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. National Center for Engineering and Technology Education. Ανακτήθηκε στις 05 Οκτωβρίου, 2021, από <http://www.ncete.org>.
- Hoisington, C., & Winokur, J. (2015). Seven strategies for supporting the “E” in young children’s STEM learning. *Science and Children*, 53(1), 44-51.
- Householder, D., & Hailey, C. E. (2012). *Incorporating engineering design challenges into STEM courses*. National Center for Engineering and Technology Education. Ανακτήθηκε στις 12 Οκτωβρίου, 2021, από <http://digitalcommons.usu.edu/ncete/>.
- Hubert, L. (1992). Editorial, *European Journal of Education*, 27(3), 193-197.
- Institute for Arts Integration and STEAM. (2021). Ανακτήθηκε στις 12 Οκτωβρίου, 2021, από <https://artsintegration.com/what-is-steam-education-in-k-12-schools/>.
- Institute of Education Sciences. (2006). *Career academies. What Works Clearinghouse Intervention Report*. Ανακτήθηκε στις 18 Οκτωβρίου, 2021, από <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED493661.pdf>.
- Jarratt, T., Eckert, C., Caldwell, N., & Clarkson, P. (2011). Engineering change: An overview and perspective on the literature. *Research in Engineering Design*, 22(2), 103-124. Doi: 10.1007/s00163-010-0097.y.
- Jho, H., Hong, O., & Song, J. (2016). An analysis of STEM/STEAM teacher education in Korea with a case study of two schools from a community of practice

- perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1843–1862. Ανακτήθηκε στις 21 Οκτωβρίου, 2021, από <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1538a>.
- Jon & Chung. (χ.χ.). *Consultant Report Securing Australia's Future STEM: Country Comparisons*. STEM Report – Republic of Korea. Ανακτήθηκε στις 15 Οκτωβρίου, 2021, από www.acola.org.au.
- Jones, E. (2011). *The Trouble with Computational Thinking*. Ανακτήθηκε στις 12 Οκτωβρίου, 2021, από <https://c.ymcdn.com/sites/www.csteachers.org/resource/resmgr/JonesCTOnePage.r.pdf>.
- 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*.
- Kazakoff, E. R., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, 41(4), 245-255.
- Kelley, T., Brenner, C., & Pieper, T. (2010). *PLTW and epics-high: Curriculum comparisons to support problem solving in the context of engineering design* (National Center for Engineering and Technology Education Report). Purdue University Knoy Hall of Technology.
- Kelley, T. R., & Knowles, G. J. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11). Doi: 10.1186/s40594-016-0046-z.
- Kemple, J. (2001). *Career academies: Impacts on students' initial transitions to post-secondary education and employment*. Ανακτήθηκε στις 18 Οκτωβρίου, 2021, από http://www.mdrc.org/sites/default/files/full_47.pdf.
- Kermani, H., & Aldemir, J. (2015). Preparing children for success: integrating science, math, and technology in early childhood classrooms. *Early Child Development and Care*, 185(9), 1504-1527.
- KOFAC (2014). *STEAM*. Seoul, South Korea: Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity Press.
- Korea Foundation for the Advancement and Creativity (2019). *About STEAM*. Ανακτήθηκε στις 13 Οκτωβρίου, 2021, από https://steam.kofac.re.kr/?page_id=11269.
- Korea Ministry of Education. (2015). *[The 2015 Revised Science Curriculum]*. Report no. 2015–74. Sejong: Author.
- Lachman, R. (2018). STEAM not STEM: Why scientists need arts training. Ανακτήθηκε στις 12 Οκτωβρίου, 2021, από <http://theconversation.com/steam-not-stem-why-scientists-need-arts-training-89788>.
- LaJevic, L. (2013). Arts integration: What is really happening in the elementary classroom? *Journal for Learning Through the Arts*, 9(1), 1–28.

- Lee, G., & Chun, S. (2012). *A comparative analysis of creative systems to educate human resources in science and technology by advanced countries. A policy research report submitted to MEST.*
- Lee, I., Martin, F., & Apone, K. (2014). Integrating Computational Thinking Across the K–8
- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., & Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *Acm inroads*, 2(1), 32-37.
- Lee, J., Lee, M., Seo, Y., Kang, B., & Oh, J. (2011). *Research for comprehensive strategies to develop and educate gifted people in science and technology at the age of 15 through 45 (III): Development plans for STEAM education in science high schools and schools for gifted and talented students in science. RR 2011-11.* Seoul: Korea Educational Development Institute.
- Lee, M. (2007). Spark up the American Revolution with mathematics, science, and more: An example of an integrative curriculum unit. *The Social Studies*, 98(4), 159-164.
- Leonard, J., Buss, A., Gamboa, R., Mitchell, M., Fashola, O. S., Hubert, T., & Almughyirah, S. (2016). Using Robotics and Game Design to Enhance Children's Self-Efficacy, STEM Attitudes, and Computational Thinking Skills. *Journal of Science Education and Technology*, 25(6), 860-876. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9628-2>.
- Linder, T., Breuers, S., Leibe, B., & Arras, O. (2016). On multi-modal people tracking from mobile platforms in very crowded and dynamic environments. *In 2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)* (pp. 5512-5519). IEEE.
- Liu, H. P., Perera, S. M., & Klein, J. W. (2017). Using model-based learning to promote computational thinking education. In P.J. Rich, & C.B. Hodges (eds.), *emerging research, practice, and policy on computational thinking* (pp. 153-172). Switzerland: springer international publishing.
- Lloyd, M. (2013). *Troubled times in Australian teacher education: 2012–2013. Final Report 2013 of the OLT National Teaching Fellowship.* Sydney: Office for Learning and Teaching, Australian Government Department of Education.
- Lu, J. J., & Fletscher, G. H. L. (2009). *Thinking About Computational Thinking.* SIGSE '09, March 3–7. Chattanooga, Tennessee, USA.
- Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Huff, M., Ladd, B., & Plague, G. (2013). Rethinking STEM Education: *An Interdisciplinary STEAM Curriculum*, 20, 541–546. Doi: <http://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.316>.
- Maeda, J. (2012). STEM to STEAM: Art in K-12 is key to building a strong economy. *Edutopia: What works in education.*
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). *STEM: Country comparisons. Report for the Australian Council of Learned Academies.* Ανακτήθηκε στις 18 Οκτωβρίου, 2021, από http://www.acolasecretariat.org.au/ACOLA/PDF/SAF02Consultants/SAF02_STEAM_FINAL.pdf.

- Martin, O., Mullis, S., Foy, P., & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 International Results in Science*. <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/>.
- Maryland State Department of Education. (2012). Maryland State STEM Standards of Practice Framework Grades K-5. Ανακτήθηκε στις 17 Οκτωβρίου, 2021, από http://mdk12.org/instruction/academies/MDSTEM_Framework_GradesK-5.pdf.
- Mayes, R., & Gallant, B. (2018). The 21st Century STEM Reasoning. *US-China Education Review B*, 8(2), 67-74. Doi: 10.17265/2161-6248/2018.02.002.
- McDonald, S., & Howell, J. (2012). Watching, creating and achieving: Creative technologies as a conduit for learning in the early years. *British journal of educational technology*, 43(4), 641-651.
- Mishra, P., & Yadav, A. (2013). Of art and algorithms: Rethinking technology & creativity in the 21st century. *Tech Trends*, 57(3), 11.
- Moodie, S. (2018). *What do we know about STEAM in early childhood education?* - Georgetown Hill Early School Blog. Georgetown Hill Early School. Ανακτήθηκε στις 21 Οκτωβρίου, 2021, από <https://georgetownhill.com/what-do-we-know-about-steam-in-early-childhood-education/>.
- Moore, J., Stohlmann, S., Wang, H., Tank, M., Glancy, W., & Roehrig, H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices*. Purdue University Press.
- Mulcaster, M. (2017). *Visible learning: Pedagogical documentation in the Makerspace* (Unpublished master's thesis). University of Ontario Institute of Technology, Oshawa, ON, Canada.
- Nam-Hwa Kang. (2019). A review of the effect of integrated STEM or STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics) education in South Korea. *Kang Asia-Pacific Science Education (2019)* 5:6. Doi: <https://doi.org/10.1186/s41029-019-0034-y>.
- Namukasa, I. K., Kotsopoulos, D., Floyd, L., Weber, J., Kafai, Y. B., Khan, S., Yiu, C., Morrison, L., & Somanath, S. (2015). From computational thinking to computational participation: Towards achieving excellence through coding in elementary schools. In G. Gadanidis (Ed.), *Math & coding symposium*. London: Western University.
- National Art Education Association [NAEA] (2016). *Using art education to build a stronger workforce*. Ανακτήθηκε στις 12 Οκτωβρίου, 2021, από <https://arteducators-prod.s3.amazonaws.com/documents/535/ff8bfae5-6b4f-4352-b9004fc1182ad2b1.pdf?1455134278>.
- National Center for Educational Statistics. (2008). *Career and technical education in the United States: 1990 to 2005: Statistical Analysis Report*. Ανακτήθηκε στις 12 Οκτωβρίου, 2021, από <https://nces.ed.gov/pubs2008/2008035.pdf>.
- Nicolescu, B. (2010). Methodology of Transdisciplinary- Levels of Reality, Logic of the Included Middle and Complexity. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*, 1(1), pp.19-38. Ανακτήθηκε στις 12 Οκτωβρίου, 2021, από http://www.basarab-nicolescu.fr/Docs_Notice/TJESNo_1_12_2010.pdf.

- Nissani, M (1995). "Fruits, Salads, and Smoothies: A Working definition of Interdisciplinarity". *The Journal of Educational Thought (JET)/Revue de la Pensée Éducative*. 29(2): 121-128.
- Ong, E. T., Ayob, A., Ibrahim, M. N., Adnan, M., Shariff, J., & ISHAK, N. (2016). The Effectiveness of an In-Service Training of Early Childhood Teachers on STEM Integration through Project-Based Inquiry Learning (PIL). *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, 13.
- Ontario Ministry of Education. (2010). *Growing Success: Assessment, Evaluation and Reporting in Ontario's Schools: Covering Grades 1 to 12 (First ed.)*. Toronto, Ontario, Canada: Queen's Printer for Ontario.
- Ontario Ministry of Education. (2015). *Capacity Building Series: Pedagogical Documentation Revisited*. Ανακτήθηκε στις 25 Οκτωβρίου, 2021, από http://www.edu.gov.on.ca/eng/literacynumeracy/inspire/research/CBS_PedagogicalDocument.pdf.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Papert, S. (1991). Situating Constructionism. In Papert, S., Harel, I., (eds.) *Constructionism*, New Jersey: Ablex Publishing Corporation, US.
- Park, Byun, Sim, Han, & Baek. (2016). Teachers' Perceptions and Practices of STEAM Education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2016, 12(7), 1739-1753. Doi: 10.12973/eurasia.2016.1531a. <http://iserjournals.com/journals/ejmste>.
- Park, Kim, Noh, Lee, Jeong, Choi, Han, & Baek. (2012). Components of 4C-STEAM education and a checklist for the instructional design. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 12(4), 533-557.
- Perković, L., Settle, A., Hwang, S., & Jones, J. (2010). A framework for computational thinking across the curriculum. In *Proceedings of the fifteenth annual conference on Innovation and technology in computer science education (ITiCSE '10)*. ACM, New York, NY, USA, 123-127.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, 9(5), 1-6.
- President's Council of Advisors on Science and Technology. (2010). *Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America's future*. Washington, DC: Author. Ανακτήθηκε στις 12 Οκτωβρίου, 2021, από <http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-stem-ed-final.pdf>.
- Quagliata, B. (2015). University Festival Promotes STEM Education. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 16(3), 20-23.
- Quigley, C. F., Herro, D., & Jamil, F. M. (2017). Developing a conceptual model of STEAM teaching practices. *School Science and Mathematics*, 117(1-2), 1-12.
- Resnick, M. (2013). *Learn to Code, Code to Learn*. EdSurge, May 2013. Ανακτήθηκε στις 12 Οκτωβρίου, 2021, από <https://web.media.mit.edu/~mres/papers/L2CC2L-handout.pdf>.
- Roberts, A. (2012). *A Justification for STEM Education. Technology and Engineering Teacher*.

- Robinson, H. (2013). Arts integration and the success of disadvantaged students: A research evaluation. *Arts Education Policy Review*, 114(4), 191-204.
- Rodriguez, B., Kennicutt, S., Rader, C., & Camp, T. (2017). Assessing Computational Thinking in CS Unplugged Activities. In *Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 501–506). New York, NY, USA: ACM. Ανακτήθηκε στις 12 Οκτωβρίου, 2021, από <https://doi.org/10.1145/3017680.3017779>.
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H., & Park, M. S. (2012). Is Adding the E Enough? Investigating the Impact of K-12 Engineering Standards on the Implementation of STEM Integration. *School Science and Mathematics*, 112(1), 31-44. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00112.x>.
- Royal Society. (2012). *Shut down or restart: The way forward for computing in UK schools*. Ανακτήθηκε στις 12 Οκτωβρίου, 2021, από http://royalsociety.org/uploadedFiles/Royal_Society_Content/education/policy/computing-in-schools/2012-01-12-Computing-in-Schools.pdf.
- Sanders, M. E. (2009). STEM, STEM Education, STEM mania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26. Ανακτήθηκε στις 12 Οκτωβρίου, 2021, από <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEM-mania.pdf?sequence>.
- Sengupta, P., Kinnebrew, J. S., Basu, S., Biswas, G., & Clark, D. (2013). Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework. *Education and Information Technologies*, 18(2), 351–380. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10639-012-9240-x>.
- Science Education for Responsible Citizenship. (2015). Report to the European Commission of the Expert Group on Science Education. *European Commission*. Ανακτήθηκε στις 12 Οκτωβρίου, 2021, από http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf.
- Sharapan, H. (2012). From STEM to STEAM: How early childhood educators can apply Fred Rogers' approach. *Young Children*, 67(1), 36.
- Skolverket. (2017). *Få syn på digitaliseringen på grundskolnivå*, June 2017.
- Skolverket. (2018). *Curriculum for the compulsory school, preschool class and school-age educate*.
- Stohlmann, Micah, Moore, Tamara J., Roehrig, & Gillian H. (2012) "Considerations for Teaching Integrated STEM Education,". *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER): Vol. 2: Iss. 1, Article 4*. Doi: <https://doi.org/10.5703/1288284314653>.
- TDSB. (2014a). *Special CAT meeting for superintendents of education*. Internal Power Point presentation.
- TDSB. (2014b). *TDSB K-12 STEM strategy. One pager brochure*. TDSB Teaching and Learning Department, STEM, Mathematics, Robotics and e-Learning Unit, TDSB, 2014.
- TDSB. (2015a). *K-12 STEM strategy. Detailed brochure*. TDSB Teaching and Learning Department, STEM, Mathematics, Robotics and e-Learning Unit, TDSB, 2015.

- TDSB (2015b). *2014-2015 TDSB board improvement plan for student achievement K-grade 12+*. Ανακτήθηκε στις 28 Οκτωβρίου, 2021, από <http://www.tdsb.on.ca/Portals/0/BIPSA%20TDSB%202014-15%20Final.pdf>.
- The Benefits of Teaching STEAM Lessons. (2017). Ανακτήθηκε στις 12 Οκτωβρίου, 2021, από <https://resilienteducator.com/classroom-resources/benefits-of-teaching-steam/>.
- The Power of STEAM Education and Teacher Resource Availability. (2018). *Hamilton Buhl*. Ανακτήθηκε στις 12 Οκτωβρίου, 2021, από <https://www.arteducators.org/search?topic=steam>.
- Timms, M., Moyle, K., Weldon, P., & Pru, M. (2018). *Challenges in STEM learning in Australian schools. Literature and Policy Review*. Australian Council for Educational Research.
- Torres-Crespo, N. M., Kraatz, E., & Pallarsch, L. (2014). From fearing STEM to playing with it: The natural integration of STEM into the preschool classroom. *SRATE Journal*, 23(2), 8-16.
- Verdine, B. N., Golinkoff, R. M., Hirsh-Pasek, K., Newcombe, N. S., Filipowicz, A. T., & Chang, A. (2014). Deconstructing building blocks: Preschoolers' spatial assembly performance relates to early mathematical skills. *Child development*, 85(3), 1062-1076.
- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715–728.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127–147.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.
- Wing, J. M. (2008). Computational Thinking and thinking about computing, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 366, 3717-3725.
- Wing, J.M. (2010). Computational thinking: what and why? *Center for computational thinking, carnegie mellon*.
- Wing, J. M. (2011). *Research Notebook: Computational Thinking - What and Why? The Link*. Pittsburg: Carnegie Mellon. Ανακτήθηκε στις 12 Οκτωβρίου, 2021, από <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>.
- Wing, J. M. (2016). Computational thinking, 10 years later. *Microsoft Research Blog*. Ανακτήθηκε στις 12 Οκτωβρίου, 2021, από <https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/computational-thinking-10-years-later/>.
- Xanthoudaki, M. (2017). *From STEM to STEAM (education): A necessary change or 'the theory of whatever'?* Ανακτήθηκε στις 12 Οκτωβρίου, 2021, από www.museoscienza.org/crei/download/Xanthoudaki_from_STEM_to_STEAM_2017.pdf

- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2014). Computational Thinking in Elementary and Secondary Teacher Education. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(1), 1–16. Doi: <https://doi.org/10.1145/2576872>.
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. *Journal of Korea Association Science Education*, 32(6),1072-1086.
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: una nueva alfabetización digital. *Red*, 46, 1-47.