



ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Μεταπτυχιακή Ειδίκευση Καθηγητών Φυσικών Επιστημών
(MSC ΚΦΕ)

Διπλωματική Εργασία

Κριτική εκπαίδευση στο STEM

Σοφία Σαπρίκη

Επιβλέπων καθηγητής: Κωνσταντίνος Σκορδούλης

Συνεπιβλέπουσα καθηγήτρια: Ιωάννα Κατσιαμπούρα

Πάτρα, Μάιος 2024

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της φοιτήτριας Σαπρίκη Σοφία που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



Κριτική παιδαγωγική στην εκπαίδευση STEM

Σοφία Σαπρίκη

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής :
Κωνσταντίνος Σκορδούλης

Συν-Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:
Ιωάννα Κατσιαμπούρα

Πάτρα, Μάιος 2024

«Ευχαριστίες ή Αφιέρωση»

Για την παρούσα διατριβή θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθήγητή μου , κ. Κωνσταντίνο Σκορδούλη για την επιστημονική του καθοδήγηση , την στήριξη και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε.

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια στο επίκεντρο των εκπαιδευτικών μεταρρυθμίσεων , βρίσκεται η ένταξη των μεθόδων STEM , στα προγράμματα σπουδών όλων των βαθμίδων. Σε πολλά σχολεία , ειδικά στις ΗΠΑ , υιοθετήθηκαν οι μεταρρυθμίσεις STEM , με κύριο στόχο την ανάπτυξη δεξιοτήτων που θα συμβάλλουν στην παγκόσμια ανταγωνιστική οικονομία του 21ου αιώνα .Η είσοδος των μεθόδων STEM στην εκπαίδευση , με βάση τις αρχές του νεοφιλελεύθερου καπιταλιστικού συστήματος, αγκαλιάστηκε άκριτα από τα περισσότερα ιδρύματα , αποκλείοντας έτσι την κριτική συζήτηση, τα εναλλακτικά μοντέλα και τις νέες προοπτικές για τη διαφορετική επιστημονική εκπαίδευση. Στη συγκεκριμένη εργασία , μέσω μιας βιβλιογραφικής ανασκόπησης και μελέτης ενός συνόλου άρθρων , παρουσιάζεται , ο τρόπος εργαλειοποίησης της εκπαίδευσης STEM από την κυρίαρχη τάξη . Οι αφηγήσεις STEM περί προόδου, υγιούς ανταγωνισμού και καινοτομίας συσκοτίζουν όλο και περισσότερο τις επείγουσες συνθήκες οικολογικής, ηθικής και κοινωνικής δικαιοσύνης που αντιμετωπίζουν καθημερινά οι μαθητές-μαθήτριες. Σκοπός της εργασίας είναι μέσω της παρουσίασης των αρχών της κριτικής παιδαγωγικής και της κριτικής εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες , καθώς και της μεθοδολογίας STEM , να αναδειχθεί ότι η αναπλαισίωση της προσέγγισης STEM είναι εφικτή , ώστε να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο για την συστημική αλλαγή και την πορεία προς μια πιο δίκαιη κοινωνία.

Λέξεις – Κλειδιά

εκπαίδευση STEM , κριτική παιδαγωγική , κριτική εκπαίδευση , διερευνητική μάθηση , διάλογος , κοινωνική δικαιοσύνη

«Critical Pedagogy in STEM Education»»

«Sofia Sapriki»

Abstract

In recent years, the focus of educational reforms has been the inclusion of STEM methods in the curricula of all levels. In many schools, especially in the USA, STEM reforms were adopted, with the main goal of developing skills that will contribute to the global competitive economy of the 21st century. The entry of STEM methods into education, based on the principles of the neoliberal capitalist system, was embraced by the more institutions, excluding critical debate, alternative models and new perspectives for diverse science education. In this particular work, through a bibliographic review and study of a set of articles, the way of instrumentalization of STEM education by the dominant class is presented. STEM narratives of progress, healthy competition, and innovation increasingly obscure the urgent ecological, ethical, and social justice conditions that students face every day. Then by presenting the principles of critical pedagogy and critical science education, as well as the STEM methodology, we demonstrate that reframing the STEM approach is possible to be a useful tool for systemic change and the path towards a more just society.

Keywords

STEM education, critical pedagogy, criticism, inquiry learning, dialogue, social justice

Περιεχόμενα

Περίληψη	v
Abstract	vi
Περιεχόμενα	vii
Κατάλογος Σχημάτων	viii
Κατάλογος Πινάκων	ix
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια	x
1 Εισαγωγή	1
1.1 Στόχοι – Προσδοκώμενα αποτελέσματα	2
2. Ενότητα 1η	4
2.1 Κριτική παιδαγωγική – Κριτική Εκπαίδευση στις Θετικές επιστήμες	4
2.2 Η επαναστατική παιδαγωγική του Peter McLaren	7
2.3 Η κριτική παιδαγωγική στις φυσικές επιστήμες	8
2.4 Ο ρόλος της κριτικής παιδαγωγικής στη διδασκαλία των Φυσικών επιστημών	9
2.5 Δυο παραδείγματα διδακτικής πράξης	12
2.6 Σύνοψη	22
3. Ενότητα 2η	23
3.1 Εκπαίδευση STEM – Ιστορική αναδρομή- από το STS στο STEM	23
3.2 Τι είναι η Εκπαίδευση STEM	27
3.3 Η ενοποιημένη Εκπαίδευση STEM	27
3.4 Γενικοί σκοποί της Εκπαίδευσης STEM	28
3.5 Κυρίαρχοι Στόχοι της Εκπαίδευσης STEM	29
3.6 Διδακτική Μεθοδολογία στην Εκπαίδευση STEM	30
3.7 Από την Εκπαίδευση STEM στην ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEAM	33
4. Ενότητα 3η	35
4.1 Κριτική παιδαγωγική στο STEM	35
4.2 Νεοφιλελεύθερες αλλαγές στην εκπαίδευση: Θετικισμός, Επιστημονισμός και Αλλοτρίωση	36
4.3 Έλλειψη εργαζόμενων STEM	37
4.4 Εκπαίδευση Stem και Ανθρωπιστικές Επιστήμες	Error! Bookmark not defined.
4.5 Επιστημονική εκπαίδευση STEM και Δημοκρατία	40
4.6 Κριτική παιδαγωγική και εκπαίδευση STEM	42
4.7 Διαλογική παιδαγωγική- Συνεργατική μάθηση	44
4.8 Προκλήσεις και δυσκολίες στην εφαρμογή της κριτικής παιδαγωγικής στην εκπαίδευση STEM	47
4.9 Το πρόγραμμα STEM JUSTICE(STEMJ)	53
5. Συμπεράσματα	58
6. Επίλογος	60
Βιβλιογραφία	61

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1 Βήματα διερευνητικής μάθησης.....	31
Σχήμα 2 Στάδια στη διδασκαλία των ΦΕ μέσω STEM	33

Κατάλογος Πινάκων

<u>Πίνακας 1 Προσδοκώμενα αποτελέσματα με βάση το NRC, για έναν εκπαιδευόμενο στο STEM</u>	<u>30</u>
<u>Πίνακας 2 Τομείς STEM και Τέχνες (Sousa και Pilecki, 2013:9).....</u>	<u>34</u>

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

CB	College Bound
COMAP	Consortium of Mathematics and its Applications
NCSU	North Carolina State University
NRC	National Research Council
PISA	Program for International Student Assessment
STEAM	Science Technology Engineering Mathematics & Arts
STEM	Science Technology Engineering Mathematics
STEMJ	Science Technology Engineering Mathematics Justice
STS	Science Technology Society
ZPD	Ζώνης Εγγύτερης Ανάπτυξης
ΙΕΠ	Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

1 Εισαγωγή

Η Κριτική Παιδαγωγική ως φιλοσοφία και πρακτική, αποτελεί ένα σημαντικό κλάδο της εκπαιδευτικής θεωρίας και πράξης, που έχει ως σκοπό να ενδυναμώσει τους/τις μαθητές/τριες, να τους καλλιεργήσει την κριτική σκέψη, ώστε να κατανοήσουν και να αμφισβητήσουν τις καταπιεστικές δομές που υπάρχουν στην εκπαίδευση και στην κοινωνία. Απώτερος σκοπός της συγκεκριμένης θεωρίας, είναι να αναδείξει ότι κατανοώντας τις πραγματικές αιτίες των κοινωνικών ανισοτήτων, η αλλαγή προς μια κοινωνία δικαιοσύνης και ισότητας είναι εφικτή. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, η Κριτική Παιδαγωγική ενθαρρύνει την ενεργό συμμετοχή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία, προωθώντας ένα αντιηγεμονικό μοντέλο διδασκαλίας, μέσα από το οποίο θα αναλυθούν και θα αμφισβητηθούν οι κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές δομές που επηρεάζουν την εκπαίδευση και τη καθημερινή τους ζωή.

Η παραδοσιακή εκπαίδευση STEM (Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά), η οποία τα τελευταία χρόνια προωθείται και ενσωματώνεται σε όλο και περισσότερα εκπαιδευτικά συστήματα, συχνά επικεντρώνεται στην μετάδοση τεχνικών γνώσεων και δεξιοτήτων, παραβλέποντας τις κοινωνικές και ηθικές διαστάσεις της επιστήμης και της τεχνολογίας. Οι κριτικοί παιδαγωγοί, εξετάζουν πως οι αρχές της κριτικής παιδαγωγικής, μπορούν να ενσωματωθούν στην εκπαίδευση STEM, έτσι ώστε οι μαθητές/τριες να κατανοήσουν πως οι επιστημονικές ανακαλύψεις και οι τεχνολογικές εξελίξεις μπορούν να επηρεάσουν την κοινωνία, αναπτύσσοντας έτσι μια κριτική στάση απέναντι στην εφαρμογή της επιστήμης και της τεχνολογίας.

Η παρούσα διπλωματική εργασία, έχει ως σκοπό να αναδείξει τη σημασία της εφαρμογής στην εκπαίδευση STEM, των αρχών της Κριτικής Παιδαγωγικής, με σκοπό την προώθηση της ισότητας τόσο εντός της τάξης όσο και στην κοινωνία. Μέσα από την ανάλυση της βιβλιογραφίας, επιχειρείται να παρουσιαστούν οι τρόποι με τους οποίους η κριτική παιδαγωγική μπορεί να εφαρμοστεί στην τάξη, όπως η χρήση προγραμμάτων σπουδών που ενσωματώνουν κοινωνικά ζητήματα, η προώθηση της συνεργατικής μάθησης και η ενθάρρυνση της κριτικής ανάλυσης των επιστημονικών και τεχνολογικών θεμάτων.

Η συγκεκριμένη εργασία αποτελείται από τρεις ενότητες. Στην πρώτη ενότητα , γίνεται η παρουσίαση των αρχών της κριτικής παιδαγωγικής , παρουσιάζοντας συνοπτικά τις θέσεις των κυριότερων εκπροσώπων της. Επίσης δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην εφαρμογή της στις θετικές επιστήμες , αναδεικνύοντας το διπλό ρόλο της επιστήμης , είτε ως εργαλείο της άρχουσας τάξης για νομιμοποίηση αποφάσεων εις βάρος του κοινωνικού συνόλου είτε ως απελευθερωτικό μέσο για μια πιο δημοκρατική κοινωνία. Το θέμα της δεύτερης ενότητας είναι η εκπαίδευση STEM . Αρχικά γίνεται μια σύντομη ιστορική αναδρομή για την θεμελίωση της συγκεκριμένης εκπαίδευσης , ξεκινώντας απο την STS και φτάνοντας μέχρι την STEAM εκπαίδευση. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι στόχοι και οι σκοποί της μεθόδου STEM , καθώς και η διδακτική μεθοδολογία που ακολουθείται. Τέλος στην τρίτη ενότητα επιχειρείται να παρουσιαστεί η διασύνδεση της εκπαίδευσης STEM με τις αρχές της κριτικής παιδαγωγικής. Αναλύονται τα επιχειρήματα που υποστηρίζουν την εργαλειοποίηση της εκπαίδευσης STEM για την προώθηση νεοφιλελεύθερων πολιτικών , οι οποίες οξύνουν τις κοινωνικές ανισότητες . Στη συνέχεια , παρουσιάζονται οι προκλήσεις και οι δυσκολίες που εμφανίζονται στην ενσωμάτωση της κριτικής παιδαγωγικής στην εκπαίδευση οι οποίες σχετίζονται είτε με την έλλειψη υλικών πόρων , είτε με την αντίσταση που προβάλλουν οι εκπαιδευτικοί και μαθητές , είτε λόγω δομικών ανισοτήτων. Επίσης θα γίνει ανάλυση και περιγραφή προγραμμάτων STEM που εφαρμόστηκαν σε διάφορα κολέγια , προωθώντας μέσα από αυτά την ενδυνάμωση των μαθητών -μαθητριών υποβαθμισμένων περιοχών με σκοπό την διεκδίκηση για κοινωνική αλλαγή.

Τέλος , η εργασία κλείνει με την παρουσίαση συμπερασμάτων όσον αφορά τις προκλήσεις και τα οφέλη από την εφαρμογή της εκπαίδευσης STEM με όρους κριτικής παιδαγωγικής.

1.1 Στόχοι – Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Οι στόχοι της παρούσας διπλωματικής εργασίας συνοψίζονται ως εξής:

- Να παρουσιαστούν οι αρχές της κριτικής παιδαγωγικής και οι εφαρμογή τους στις θετικές επιστήμες
- Να αναλυθεί η εκπαίδευση STEM μέσα από τους στόχους και τις διδακτικές μεθόδους που εφαρμόζονται

- Να αναδειχθεί η εργαλειοποίηση της εκπαίδευσης STEM για την προώθηση νεοφιλελεύθερων πολιτικών στα πλαίσια των ανταγωνιστικών οικονομιών του δυτικού κόσμου
- Να διερευνηθεί αν η κριτική παιδαγωγική βρίσκει εφαρμογή στην εκπαίδευση STEM
- Να εντοπιστούν τα οφέλη από τη σύνδεση της κριτικής παιδαγωγικής με την εκπαίδευση STEM
- Να παρουσιαστούν οι προκλήσεις και οι δυσκολίες στην εφαρμογή της κριτικής παιδαγωγικής στην εκπαίδευση STEM

Τα προσδοκώμενα αποτελέσματα από την παρούσα διπλωματική, είναι τα εξής:

- Οι αναγνώστες να αποκτήσουν μια σαφή εικόνα για τις αρχές της κριτικής παιδαγωγικής και την εφαρμογή τους στις θετικές επιστήμες
- Να γίνει κατανοητό πως μπορεί η εκπαίδευση STEM, να εφαρμοστεί με όρους κριτικής παιδαγωγικής
- Να παρουσιαστούν μέσω παραδειγμάτων προτάσεις για την ενσωμάτωση της κριτικής παιδαγωγικής στην εκπαίδευση STEM
- Να αναδειχθεί η συμβολή της κριτικής παιδαγωγικής στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης των εκπαιδευόμενων, προκειμένου να είναι σε θέση να διερευνούν, να αναλύουν τις αιτίες των κοινωνικών ανισοτήτων με σκοπό την ανάτrophή τους
- Να αποτελέσει η συγκεκριμένη εργασία βάση για μελλοντική έρευνα για την εφαρμογή της κριτικής παιδαγωγικής στην εκπαίδευση STEM

2. Ενότητα 1η

2.1 Κριτική παιδαγωγική – Κριτική Εκπαίδευση στις Θετικές επιστήμες

Με τον όρο «Κριτική Παιδαγωγική» χαρακτηρίζουμε ένα ρεύμα θεωρητικής παιδαγωγικής σκέψης και εκπαιδευτικής πρακτικής (Γρολλιος ,Γούναρη) , που έχει ως σκοπό να μελετήσει πως η εκπαίδευση συμβάλλει στη διατήρηση των κοινωνικών τάξεων αλλά και πως μπορεί να αφυπνίσει τους μαθητές και τις μαθήτριες σε ζητήματα κοινωνικής και περιβαλλοντικής δικαιοσύνης , με απώτερο σκοπό την κοινωνική αλλαγή (Σκορδούλης, Στεφανίδου ,2021).Ο όρος χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τον H. Giroux και αργότερα από τους S. Aronowitz και P. McLaren και έκανε την εμφάνισή του τη δεκαετία του 1980 στις Η.Π.Α.

Δεδομένου ότι η Κριτική Παιδαγωγική δεν αποτελεί ένα ομοιογενές σύνολο απόψεων, είναι δύσκολο να υπάρξει συμφωνία σχετικά με τις θεωρητικές της ρίζες. Σύμφωνα με τον McLaren (2005) ,μπορούμε να θεωρήσουμε ότι προήλθε από τη κριτική θεωρία της σχολής της Φρανκφούρτης , κατά τη δεκαετία του 1930 , μια περίοδο γνωστή ως <<φορντισμός>>. Σε αυτή τη φάση , κατά την επικράτηση του μονοπωλιακού καπιταλισμού , ασκήθηκε από το κράτος ασφυκτικός έλεγχος τόσο στην οικονομία όσο και στο άτομο. Η περίοδος αυτή περιγράφεται από τη σχολή της Φρανκφούρτης σαν << το τέλος του ατόμου>> , αφού σκοπός ήταν η πλήρης ομοιομορφία και ομοιογενοποίηση των επιθυμιών , των αναγκών, της συμπεριφοράς και της σκέψης , οδηγώντας έτσι σε μια μαζική κοινωνία .(Σκορδούλης , Κατσιαμπούρα, 2019). Όπως περιέγραψε ο H. Marcuse , στο βιβλίο του << Ο Μονοδιάστατος Άνθρωπος>> , όλες οι μορφές κοινωνικοποίησης , όπως διαμορφώνονται στο καπιταλιστικό σύστημα , δημιουργούν τον μονοδιάστατο άνθρωπο , χαρακτηριστικό του οποίου είναι η απώλεια της ατομικής του ταυτότητας και της ελευθερίας του , της ικανότητάς του να αναπτύσει κριτική σκέψη , να μπορεί να δρα αυτόνομα , να διαφωνεί και τέλος να καθορίζει τη δική του μοίρα (Marcuse, 1971).

Στην μετέπειτα εποχή του ύστερου καπιταλισμού, στα τέλη του 1970 , γνωστή ως μεταφορντισμός (Harvey, 1989) , εμφανίζονται οι Βρετανικές Πολιτισμικές Σπουδές (BCS) , επηρεασμένες από τη σχολή της Φρανκφούρτης . Στην αρχική τους περίοδο , μελετώντας τη μετάβαση από τον φορντισμό στον μεταφορντισμό , ακολούθησαν σοσιαλιστικές και ενίοτε μαρξιστικές προσεγγίσεις. Στη συνέχεια όμως υιοθετήθηκε μια

στάση λιγότερο κριτική για τον ρόλο των μέσων μαζικής ενημέρωσης, του θεάματος και της υπερκατανάλωσης στην υποστήριξη του διεθνούς και παγκοσμιοποιημένου κεφαλαίου, αγνοώντας το ρόλο της οικονομίας, της ιστορίας και της πολιτικής. (Best & Kellner, 1997 και 2001). Παρόλ' αυτά εξακολούθησε να υπάρχει μια θεωρητική τάση, η οποία με βάση την ανάλυση των αρχών του μαρξισμού, μελετούσε τη μετατόπιση από τον φορντισμό στον μεταφορντισμό, αναλύοντας τις αρχές του μαρξισμού (Best & Kellner, 1997 και 2001).

Για τη μελέτη των σχέσεων επιστήμης και κοινωνίας, σημαντική επίδραση είχαν οι έννοιες της <<πραγμοποίησης>> και της <<ηγεμονίας>>, όπως αναλύθηκαν από τους G. Lukacs και A. Gramsci, αντίστοιχα (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα). Στο έργο του Lukacs << Η πραγμοποίηση και η συνείδηση του προλεταριάτου >>, σημειώνεται ότι << στον καπιταλισμό οι κοινωνικές και ανθρώπινες σχέσεις και η ανθρώπινη εργασία εμπορευματοποιούνται προς πώληση >> (Lukacs, 2006/1923). Σύμφωνα με τον Gramsci, μέσω της ηγεμονίας, η κυρίαρχη τάξη επιδιώκει να διατηρεί την εξουσία της, εξασφαλίζοντας τη συναίνεση των εξουσιαζόμενων ομάδων (Γρόλλιος-Γούναρης, 2010) μέσω πρακτικών που αναπαράγονται στο σχολείο, στην οικογένεια, στα μέσα μαζικής επικοινωνίας, στην εκκλησία και γενικά στο πολιτικό σύστημα.

Η κριτικής θεωρία έχει σαν στόχο :

- να αποκαλύψει ποια είναι η επικρατούσα ιδεολογία και ποιες πρακτικές ακολουθεί, για να διαστρεβλώσει την πραγματικότητα
- να αναδείξει τους παράγοντες που οφείλονται για την λανθασμένη συνείδησή μας για το ποιος είναι στην εξουσία και πως εξουσιάζεται η καθημερινή μας ζωή (Habermas, 1973).

Η κριτική θεωρία, λοιπόν, έχει ένα ξεκάθαρο πολιτικό στόχο : τη δημιουργία μιας ελεύθερης και αξιοπρεπούς κοινωνίας. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει το κοινωνικοπολιτισμικό περιβάλλον να ενθαρρύνει την εξέλιξη του ατόμου σε αυτόνομο άτομο, γιατί η ελεύθερη κοινωνία προϋποθέτει ελεύθερα άτομα.

Επειδή τα εκπαιδευτικά συστήματα στις καπιταλιστικές κοινωνίες δρουν στοχευμένα προς την αντίθετη κατεύθυνση, αναπτύχθηκαν αντιπολιτευτικές παιδαγωγικές, προωθώντας χειραφετητικούς τρόπους εκπαίδευσης. Σε αυτό το πλαίσιο η Κριτική Παιδαγωγική, αναδεκνύει πως οι κυρίαρχες κοινωνικές ομάδες, διαμορφώνουν τη συνείδηση των

μαθητών-μαθητριών , μέσα απο κοινωνικές πρακτικές και θεσμικούς κανόνες. Μέσα από τη διαδικασία της μάθησης , οι μαθητές/τριες αποδέχονται την υφιστάμενη κατάσταση σαν φυσική , μην αφήνοντας περιθώρια αμφισβήτησης (Σκορδούλης , Κατσιαμπούρα,2019).

Σύμφωνα με τους Γούναρη και Γρόλλιο , στο έργο του P. Freire και στην θεωρία της αντίστασης από τον Giroux , προσδιορίζεται η έναρξη της Κριτικής Παιδαγωγικής. Κατά τον Freire η εκπαιδευτική διαδικασία δεν είναι ουδέτερη , αλλά είναι πολιτική πράξη. Η παιδεία μπορεί να λειτουργήσει είτε στην υπηρεσία της απόφασης , του μετασχηματισμού του κόσμου και της κριτικής παρεμβολής μέσα στον κόσμο , είτε της καθήλωσης και της αποδοχής των άδικων δομών και του συμβιβασμού σε μία πραγματικότητα που θεωρείται απρόσβλητη (Freire ,2000) . Ο Freire απέρριψε την παθητικότητα απέναντι στην συντελεστική εξουσία της οικονομίας , όση ισχύ και αν έχει πάνω στην ατομική και κοινωνική συμπεριφορά. Μιλούσε για παιδεία και όχι για καθαρή εκπαιδευτική πρακτική . Ο προοδευτικός εκπαιδευτικός , πρέπει να καθιστά δυνατή την ικανότητα παρέμβασης στον κόσμο , με σκοπό την αλλαγή προς μια πιο δίκαιη και δημοκρατική κοινωνία. Μάλιστα ο ιδεολογικός , πολιτικός ,παιδαγωγικός και ηθικός αγώνας είναι συνεχής και διεξάγεται σε οποιοδήποτε τόπο ή χρόνο , από όσους συντάσσονται με μια προοδευτική εναλλακτική(Freire, 2000).

Στην ίδια κατεύθυνση κινήθηκε και Giroux , ο οποίος αντέκρουσε το επιχείρημα των φιλελεύθερων θεωρητικών και ιστορικών , ότι η δημόσια εκπαίδευση προσφέρει , σε όσους προέρχονται από τα κατώτερα κοινωνικά στρώματα , δυνατότητες για ατομική ανάπτυξη , κοινωνική κινητικότητα, κοινωνική και οικονομική δύναμη (Giroux,1989). Κατά τον ίδιο , ο ρόλος των σχολείων είναι η αναπαραγωγή της κυρίαρχης ιδεολογίας και η μετάδοση εκείνων των γνώσεων και δεξιοτήτων που είναι απαραίτητες για την αναπαραγωγή της κοινωνικής διαίρεσης της εργασίας (Giroux,1989). Παράλληλα όμως ,σύμφωνα με τη θεωρία της αντίστασης του Giroux, τα σχολεία είναι κοινωνικοί χώροι , μέσα στα οποία μπορούν να υπάρξουν σύνθετα και δημιουργικά πεδία αντίστασης , που αφορούν την κοινωνική τάξη , το φύλο ,τη φυλή και τα οποία απορρίπτουν και απαξιώνουν τα μηνύματα του σχολείου που εδραιώνουν στη συνείδηση των μαθητών την νομιμοποίηση της κυρίαρχης ιδεολογίας(Νικολάκη 2011).

Ο Apple(1990) και ο Ira Shor(1996) υποστήριξε επίσης ότι η εκπαιδευτική διαδικασία δεν είναι ουδέτερη αλλά πολιτική πράξη , όπου η ανισότητα , η ιδεολογία και η οικονομική

πρακτική έχουν επιπτώσεις στη μάθηση. Μαζί με τον Giroux , ο Apple ανέδειξε την αναγκαιότητα για την ανάπτυξη θεωριών αντίστασης ,που συνεξετάζουν μαζί με τα ζητήματα των κοινωνικών τάξεων και ζητήματα σχετικά με το φύλο , τη φυλή και την εθνότητα (Giroux ,1989).

Στο ίδιο πνεύμα κινούνται και οι νεομαρξιστικές θεωρίες , οι οποίες στα πλαίσια μιας διευρυμένης πολυπολιτισμικής εκπαίδευσης, παράλληλα με την οικονομία και τις κοινωνικές τάσεις , ενσωματώνουν και διαστάσεις φύλου, φυλής και σεξουαλικότητας.

2.2 Η επαναστατική παιδαγωγική του Peter McLaren

Ένας από τους σημαντικότερους κριτικούς παιδαγωγούς , ο Peter McLaren , τη δεκαετία 2000 , πρωτοστάτησε στον επαναπροσδιορισμό της Κριτικής Παιδαγωγικής. Αυτό ήταν συνέπεια της αφομοίωσης των ιδεών της κριτικής παιδαγωγικής από το νεοφιλελεύθερο καπιταλιστικό σύστημα , με αποτέλεσμα να το μετατρέψει σε ένα ακίνδυνο για το σύστημα σύνολο ιδεών , αφαιρώντας από τις πρακτικές του την ταξική πάλη για ανατροπή. Στο βιβλίο του << Παιδαγωγική της Αντίστασης>> τονίζει σαν κυρίαρχη ιδέα την κοινωνική τάξη και τις ανισότητες που πηγάζουν από αυτή .Σύμφωνα με την Επαναστατική Κριτική Παιδαγωγική , ο ρόλος του δασκάλου μέσα στη σχολική τάξη είναι του διανοούμενου καθοδηγητή , με σκοπό την ενδυνάμωση των μαθητών-μαθητριών των φτώχων - κατώτερων κοινωνικών στρωμάτων για να μπορέσουν να επιβιώσουν σε μια ανταγωνιστική κοινωνία. Η ενδυνάμωση αυτή θα γίνει και μέσω του πολιτικού ακτιβισμού , ο οποίος πρέπει να αποτελεί μέρος των αναλυτικών προγραμμάτων.Στο βιβλίο του << Για μια Παιδαγωγική της Αντίστασης>> , τίθενται βασικά ερωτήματα για την παιδεία και την πολιτική, μέσα από τα οποία αναδεικνύεται ποιος επωφελείται και ποια συμφέροντα εξυπηρετούνται από τις υπάρχουσες παιδαγωγικές πρακτικές ,οι οποίες αποσκοπούν στην αναπαραγωγή του συστήματος της κυρίαρχης τάξης. Αμφισβητώντας τον πυρήνα της καπιταλιστικής εκπαίδευσης , συμβάλλει στο να διαμορφωθούν προτάσεις από το επαναστατικό κίνημα των εκπαιδευτικών , ώστε να δείξει ότι η αλλαγή είναι εφικτή , προς μια δικαιότερη κοινωνία και οι εκπαιδευτικοί να υποστηρίξουν συλλογικές προσπάθειες που αποσκοπούν στην κοινωνική αλλαγή.

2.3 Η κριτική παιδαγωγική στις φυσικές επιστήμες

Στη φάση της τρίτης τεχνολογικής επανάστασης , η επιστήμη υποτάσσεται στις ανάγκες του κεφαλαίου και εντάσσεται στη διαδικασία παραγωγής ως παραγωγική δύναμη (Σκορδούλης). Όπως αναφέρει ο Marx << το κεφάλαιο έχει βάλει όλες τις επιστήμες στην υπηρεσία του και η επιστημονική ανακάλυψη γίνεται επιχείρηση και η άμεση εφαρμογή της στην ίδια την παραγωγή την καθορίζει και την κινητοποιεί>>(Marx,2009).

Με βάση την παραπάνω νεοφιλελευθερή θέση της αγοράς για την επιστήμη , το σχολείο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών , έτσι ώστε να είναι συμβατή με τις ανάγκες της οικονομίας. Η κοινωνία και η αγορά εργασίας χαρακτηρίζονται από γρήγορους ρυθμούς αλλαγών , οι οποίες απαιτούν εργαζομένους που να μπορούν να τις ακολουθήσουν. Για να υποστηριχθεί η προσαρμογή του ατόμου στις αλλαγές που αντιμετωπίζει η εκπαίδευση και η κατάρτιση έχουν κεντρικό ρόλο στην παροχή των κατάλληλων γνώσεων και δεξιοτήτων. Η εκπαίδευση πρέπει ενθαρρύνει τα άτομα να αποκτούν συνεχώς νέες πληροφορίες , που θα τα καταστήσουν ικανά να προσαρμοστούν στην κοινωνία της πληροφορίας και στους μετασχηματισμούς στην οικονομία και την τεχνολογία. Συνεπώς το κεφάλαιο αντιμετωπίζει την εκπαίδευση ως ένα νέο επενδυτικό κεφάλαιο , το οποίο θα εξελιχθεί σε ένα νέο κερδοφόρο τομέα (Ercan, 1998).

Προσεγγίζοντας την εκπαίδευση σαν εμπόρευμα με βάση την κερδοφορία , την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα , ορίζεται ως μια ατομικιστική έννοια όπου ολόκληρη η ευθύνη της επιστημονικής εκπαίδευσης θεωρείται ότι ανήκει στο άτομο. Σύμφωνα με τον Rubenson(2009) το άτομο που είναι εξ ολοκλήρου υπεύθυνο για τη μάθηση , οδηγείται στο να χρεώνεται το ίδιο την αποτυχία τόσο στην εκπαίδευση όσο και στην δράση του στην αγορά εργασίας. Η εργαλειοποίηση της εκπαίδευσης με σκοπό την αύξηση του κέρδους , έχει σαν αποτέλεσμα την απώλεια της κοινωνικής της ποιότητας και παύει να αποτελεί απελευθερωτικό μέσο για το άτομο(Ball,2007).

Η εμπορευματοποίηση της εκπαίδευσης έχει σαν αποτέλεσμα τη μετατροπή των σχολείων σε επιχειρήσεις . Για να είναι πιο συμβατή με τις ανάγκες της οικονομίας , η νεοφιλελεύθερη προσέγγιση απαιτεί αλλαγή τόσο του περιεχομένου όσο και των στόχων της εκπαίδευσης. Η παραπάνω θέση συνοψίζεται στη φράση << διαμορφώστε ένα πρόγραμμα σπουδών με το μυαλό μια επιχείρησης >> , ώστε τα σχολεία να δρουν σαν μια

τυπική επιχείρηση και οι μαθητές-μαθήτριες να θεωρούνται παθητικά αντικείμενα του προγράμματος σπουδών (Ball, 2007). Τα σύγχρονα αναλυτικά προγράμματα έχουν ως στόχο τη δημιουργία πειθήνιων και υπάκουων-υποτακτικών μαθητών, χωρίς να είναι σε θέση να εκφραστούν, με χαμηλή αυτοεκτίμηση (Chomsky, 2007), που δεν θα αμφισβητούν τις σχέσεις εξουσίας. Το μοντέλο εκπαίδευσης που εξυπηρετεί τους παραπάνω σκοπούς των αναλυτικών προγραμμάτων είναι αυτό του ηγεμονικού τύπου, όπου ο εκπαιδευτικός έχει την απόλυτη εξουσία στη σχολική τάξη και λειτουργεί ως ο αποκλειστικός φορέας της γνώσης. Οι δε μαθητές/τριες καθίστανται παθητικοί δέκτες της πληροφορίας, χωρίς να έχουν τον απαραίτητο χρόνο για την επεξεργασία και τη δυνατότητα κριτικής. Οι μαθητές/τριες εκπαιδεύονται με μηχανιστικό τρόπο, μέσα από διαδικασίες που έχουν τη μορφή κατήχησης, για τη συμμετοχή τους σε διάφορες εξετάσεις πιστοποιήσεων, οι οποίες θεωρούνται μετρήσιμα προσόντα για την αγορά εργασίας. Η εκπαίδευση στις θετικές επιστήμες, δίνει στους μαθητές/τριες την ικανότητα να λύνουν πολύπλοκα προβλήματα μέσω κάποιου μαθηματικού φορμαλισμού, χωρίς να αντιλαμβάνονται την ουσία και τη χρησιμότητα των φαινομένων που πραγματεύονται. Αυτό οδηγεί τελικά σε πολίτες ικανούς να προσλαμβάνουν πληροφορίες και να αποκτούν δεξιότητες αλλά αφήνοντάς τους τελικά ως πολίτες αμαθείς, χωρίς κριτική σκέψη και άρα αμέτοχους στα κοινωνικά δρώμενα.

2.4 Ο ρόλος της κριτικής παιδαγωγικής στη διδασκαλία των Φυσικών επιστημών

Ο Dewey, στο βιβλίο του, << Δημοκρατία και Εκπαίδευση >>, συνδέει την επιστημονική μέθοδο, κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών με τη διεύρυνση της δημοκρατίας. Μια δημοκρατική εκπαίδευση πρέπει να καλλιεργεί στα παιδιά τις αρχές της επιστημονικής μεθόδου, η οποία θα οδηγεί σε προβληματισμούς, με αφετηρία τις εμπειρίες των μαθητών-μαθητριών και θα παροτρύνονται να αναζητούν την επίλυσή τους μέσω της επιστημονικής μεθόδου (Dewey, 2016). Αυτή η θέση όμως δεν αναδεικνύει το διπλό ρόλο των φυσικών επιστημών. Πολλές πολιτικές αποφάσεις παίρνονται στο όνομα της επιστήμης, η οποία εργαλειοποιείται, προσφέροντας μια ισχυρή γλώσσα και συμβάλλοντας στη νομιμοποίηση κοινωνικών, πολιτικών και οικονομικών συμφερόντων (Σκορδούλης, 2014).

Ως παράδειγμα θα αναφέρουμε τη στάση του προέδρου των ΗΠΑ , Τζ. Μπους , ο οποίος επικαλούμενος διάφορα επιστημονικά ευρήματα , αμφισβήτησε τη σοβαρότητα της υπερθέρμανσης του πλανήτη, με σκοπό αυτός και η κυβέρνησή του το Μάρτιο του 2001 να ανακοινώνουν ότι δεν θα υπογράψουν τη συνθήκη του Κιότο , που ήταν μια διεθνής συμφωνία που καθόριζε τα όρια εκπομπής του φαινομένου του θερμοκηπίου. Αποδείχθηκε όμως , κατά την έρευνα του Κογκρέσου (2007) , ότι υπήρξαν πιέσεις από την εκτελεστική εξουσία προς τους επιστήμονες για να υποβαθμίσουν το φαινόμενο (Herbert, 2007).

Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά τη έρευνα που διεξήχθη από την <<Union of Concerned Scientists >> και το <<Government Accountability Project>> , μεταξύ των 1600 επιστημόνων που μελετούσαν το φαινόμενο του θερμοκηπίου , προέκυψαν τα εξής:

Το 43% των συμμετέχοντων ανέφερε ότι έγινε επεξεργασία στην εργασία τους , η οποία είχε σαν αποτέλεσμα την αλλαγή του νοήματος των συμπερασμάτων τους

Το 46% των συμμετέχοντων ανέφερε ότι δεχθηκε πιέσεις που επηρέασαν με αρνητικό τρόπο την εργασία τους για τη κλιματική αλλαγή

Το 67% των συμμετέχοντων ανέφερε ότι υπήρξε αλλαγή προς το χειρότερο του εργασιακού περιβάλλοντος σε σχέση με πέντε χρόνια πριν (Union of Concerned Scientists , 2007).

Ο McLaren ασχολήθηκε , ειδικά στο βιβλίο του <<Life in Schools>>, με την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η διδασκαλία μέσω κριτικών παιδαγωγικών πρακτικών , μπορεί να οδηγήσει στην οικοδόμηση ενός πιο δημοκρατικού και δίκαιου κόσμου.

Σύμφωνα με τον ίδιο τα βασικά ερωτήματα που θέτει η κριτική προσέγγιση σχετικά με την αστική επιστημονική εκπαίδευση, είναι τα εξής:

-Ποια επιστημονική ή σχολική γνώση έχει την μεγαλύτερη ανταλλακτική αξία για τη κοινωνία;

-Ποια η σχέση της εργατικής δύναμης στην αναπαραγωγή της επιστημονικής γνώσης;

-Πως οργανώνεται η κοινωνική πρακτική της εκπαίδευσης ή της επιστήμης;

-Πως συγκροτούνται οι κοινωνικές τάξεις μέσω αυτών των πρακτικών δεδομένου ότι το κεφάλαιο προσπαθεί να περιορίσει και να ελέγξει την πνευματική δραστηριότητα; (McLaren, Barton, 2001)

Η A.C.Barton σε συνέντευξή της με τον P.McLaren υποστηρίζει ότι η επιστημονική εκπαίδευση , έχει ως σκοπό να παρουσιάσει , εκείνη την επιστήμη στους/στις μαθητές/τριες που θα τους είναι χρήσιμη στην κοινωνία , αλλά όχι ικανή για να τους εκπαιδεύσει να ασκούν κριτική στην επιστήμη έτσι ώστε σε συνεργασία με τη κοινωνία να τη μετασχηματίσουν.Το σχολείο με τις συγκεκριμένες πρακτικές εξακολουθεί να αποβλέπει στη διαστρωμάτωση των μαθητών-μαθητριών. Η επιστημονική έρευνα, η εκπαίδευση και ο καπιταλισμός αλληλοϋπηρετούνται , σε τέτοιο βαθμό που είναι δύσκολο να λειτουργήσει το ένα ανεξάρτητα από το άλλο. Η οικονομική πολιτική που εφαρμόζουν τα ανεπτυγμένα νεοφιλελεύθερα κράτη χαρακτηρίζεται απο την εξάλειψη του δημόσιου τομέα, την περικοπή κρατικών επιδοτήσεων , την ενίσχυση του ελεύθερου εμπορίου τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα να δημιουργούν σημαντικές ανισότητες στην κατανομή του πλούτου , αφήνοντας απίστευτα επίπεδα φτώχειας, πείνας και ασθενειών σε χώρες που υποτίθεται ότι προσπαθούν να βοηθήσουν (McLaren&Farahmandpur,2005). Η εργαλειοποίηση της επιστήμης από το κεφάλαιο οδήγησε σε αυτό που ονομάζεται <<εταιρική επιστήμη>>. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της <<Monsanto>> , όπου περισσότεροι από 1000 εργαζόμενοι στα γραφεία της , συμβάλλουν στην παραγωγή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων , με σκοπό την κερδοφορία και όχι την επίλυση του επισιτιστικού προβλήματος ή την ασφάλεια των τροφίμων, χωρίς να γνωρίζουμε τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις αυτών των μεθόδων (McLaren-Barton,2001). Άλλο παράδειγμα εταιρικής επιστήμης , όπως αναφέρει ο Καναδός φιλόσοφος John McMurtry(1998) , αποτελεί το γεγονός ότι εκατομμύρια ανθρώπων πεθαίνουν στην Αφρική από ιάσιμες ασθένειες , ενώ ελάχιστα κονδύλια δαπανούνται για την έρευνα για την αντιμετώπιση της αναζωπύρωσης της ελονοσίας , του δάγκειου πυρετού και άλλων ασθενειών των οποίων τα θύματα δεν δύναται να πληρώσουν για θεραπείες. Σύμφωνα με τον David Trend (2001) , η πανεπιστημιακή έρευνα δεν είναι ανεξάρτητη , αλλά είναι καθοδηγούμενη απο τις βιομηχανίες των βιοεπιστημών και της τεχνολογίας που την χρηματοδοτούν. Η φαρμακοβιομηχανία επενδύει τεράστια κονδύλια για τη δημιουργία φαρμάκων που σχετίζονται με το τρόπο ζωής του δυτικού κόσμου , όπως για τη παχυσαρκία , την αντιμετώπιση της γήρανσης της επιδερμίδας ,παρά για τη διάσωση εκατομμυρίων ανθρώπων στον αναπτυσσόμενο κόσμο. Δε διστάζει μάλιστα να συγκρουστεί με ολόκληρα κράτη όταν θίγεται η κερδοφορία της , όπως έγινε στην περίπτωση της Νοτίου Αφρικής , όπου 39 φαρμακευτικές εταιρείες μήνυσαν την

κυβέρνηση της χώρας για την εισαγωγή φθηνών φαρμάκων για την αντιμετώπιση του AIDS.

Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι η εταιρική ατζέντα έχει υποβαθμίσει την εκπαίδευση σε υποτομέα της οικονομίας, με αποτέλεσμα να κυριαρχεί ένα σύστημα αξιών που εξυπηρετεί τα ιδιωτικά χρηματικά συμφέροντα των εταιρειών, χωρίς αντιδράσεις και αντιστάσεις, κάνοντάς το, τόσο αντεκπαιδευτικό όσο και συνένοχο (McLaren, Barton, 2001). Σε αυτό το πλαίσιο η επιστήμη και η εκπαίδευση εξυπηρετούν κυρίως την υπερτάξη ή κατά Freire τους καταπιεστές.

Η πρόταση είναι σύμφωνα με τον McLaren η εκπαίδευση να έχει ως στόχο την μόρφωση του ατόμου, που θα οδηγήσει σε ένα βιώσιμο μέλλον για την ανθρωπότητα, με πρωταρχικούς στόχους την εξάλειψη της ταξικής εκμετάλλευσης και κάθε μορφής καταπίεσης, την υγεία ενός λαού, την ανάδειξη των δημιουργικών του ικανοτήτων, το βιοτικό του επίπεδο και την ευημερία. Αποτελεί ζήτημα η δημιουργία παιδαγωγικών χώρων, τόσο στα σχολεία όσο και σε κοινοτικά περιβάλλοντα, όπου συλλογικά εκπαιδευτικοί και μαθητές θα αγωνίζονται για το σοσιαλισμό. Η κριτική παιδαγωγική στη διδασκαλία της επιστήμης μπορεί να προωθήσει την κοινωνική δικαιοσύνη και <<την επιστήμη για όλους>> (McLaren, Barton, 2001).

2.5 Δυο παραδείγματα διδακτικής πράξης

Στη συνέχεια παρατίθεται δύο παραδείγματα διδακτικής πράξης, στα οποία αναδεικνύεται ο επιδραστικός ρόλος που μπορεί να έχει η κριτική παιδαγωγική στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, με σκοπό την καλλιέργεια αρχών και αξιών.

Το πρώτο παράδειγμα αφορά μια δασκάλα, την Beta, η οποία κληθήκε να διδάξει στους/στις μαθητές/τριες της για τη μεταφορά θερμότητας και τη λειτουργία των μονωτικών υλικών. Ανέθεσε στους μαθητές/τριες της να σχεδιάσουν ένα μεγάλο ψυγείο, ώστε να χωράει μια εξάδα αναψυκτικών. Για το σκοπό αυτό είχε οργανώσει μια σειρά πειραμάτων προκειμένου να διαπιστώσουν την ικανότητα των διαφόρων υλικών να μονώνουν. Οι μαθητές/τριες μέσα από αυτές τις δραστηριότητες θα έπαιρναν τις κατάλληλες πληροφορίες για τον σχεδιασμό του ψυγείου με βάση το μέγεθος, τη κλίμακα και τις μετρήσεις που έπρεπε να γίνουν. Η μέθοδος που επέλεξε ήταν η ομαδοσυνεργατική και προσδοκούσε ότι θα ήταν μια ευκαιρία να σκεφτούν για την

επιστήμη έξω από τα τετριμένα πλαίσια. Οι μαθητές/τριες αντέδρασαν με αδιαφορία για τη συγκεκριμένη δράση. Η Beta εκμεταλλεύτηκε την αδιαφορία τους και ξεκίνησε μια συζήτηση με τους μαθητές/τριες τι θα έπρεπε να κάνουν με το θέμα των μονωτικών υλικών που έχουν στη διαθεσή τους, δεδομένου των περιορισμένων πόρων στη συγκεκριμένη περιοχή. Οι μαθητές-μαθήτριες εξέφρασαν την επιθυμία να κατασκευάσουν μονωτικές ατομικές τσάντες, οι οποίες στην περίπτωση τους θα είχαν χρηστικότητα ως προς τη μεταφορά του καθημερινού τους φαγητού. Επειδή η συγκεκριμένη πρόταση προέκυπτε από πραγματικές ανάγκες που είχαν, άρχισαν να αναζητούν και να καταθέτουν τις ιδέες τους, ενώ παράλληλα έμαθαν για τις περίπλοκες προσομοιώσεις που εφαρμόζονται στον πραγματικό κόσμο. Μέσα από αυτή τη διαδικασία αναπτύχθηκε ένας διάλογος, μέσα από τον οποίο αναδείχθηκαν τα εξής θέματα:

-οι διαφορές ως προς τη διαθεσιμότητα των κατάλληλων μονωτικών υλικών και ψυκτικών συσκευών, ανάλογα με την περιοχή

-οι διαφορές στα συστήματα κλιματισμού μεταξύ των εύπορων και των φτωχών σχολικών μονάδων

-η πεποίθησή τους για τον τρόπο με τον οποίο το σχολείο θα διαχειρίζεται τους πόρους που διαθέτει. Θεωρούσαν πιο σημαντικό να δαπανηθούν χρήματα για την αγορά περισσότερων και ποιοτικότερων υλικών παρά για χαρτί ή προβολείς overhead

-οι κοινωνικές ανισότητες (McLren, Barton, 2001)

Το συμπέρασμα από αυτή την ιστορία είναι ότι ένα μάθημα φυσικών επιστημών εξελίχθηκε σε πολιτική πράξη, όπου η μάθηση συνδυάστηκε με τη σύνδεση της επιστήμης με τον κοινωνικό έλεγχο, την οικονομική διάσταση και την ανθρώπινη ευημερία. Το σημαντικό επίσης ήταν ότι οι μαθητές/τριες ισότιμα με τον εκπαιδευτικό συμμετείχαν στη διαμόρφωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, το οποίο αποτελεί μια δημοκρατική πρακτική, απαλλαγμένη από σχέσεις εξουσίας και ηγεμονίας. (McLaren, Barton, 2001). Το παραπάνω παράδειγμα ανήκει στο πεδίο <<εφαρμογή στην πραγματική ζωή>>. Τέτοιες εφαρμογές αξιοποιούν την εμπειρία που βιώνει κάθε μαθητής/τρια με σκοπό την πρόκληση ηθικού προβληματισμού (Freire, 1997).

Το δεύτερο παράδειγμα σχετίζεται με έναν μη κερδοσκοπικό οργανισμό << The Consortium of Mathematics and its Applications (COMAP)>>, που έχει σαν σκοπό την ενίσχυση της διδασκαλίας των μαθηματικών , μέσω μοντελοποίησης .Στον διαγωνισμό του 2006 ,τέθηκε από την επιτροπή το εξής πρόβλημα:

<<Μια αλυσίδα νησιών της Νότιας Θάλασσας αποφάσισε να μετατρέψει ένα από τα νησιά της σε θέρετρο. Αυτό το περίπου κυκλικό νησί, με διάμετρο περίπου 5 χιλιομέτρων, περιέχει ένα βουνό που καλύπτει ολόκληρο το νησί. Το βουνό είναι περίπου κωνικό, έχει ύψος περίπου 1000 μέτρα στο κέντρο, φαίνεται να είναι αμμώδες και έχει ελάχιστη βλάστηση πάνω του. Έχει προταθεί η μίσθωση κάποιων πυροσβεστικών πλοίων με σκοπό την ισοπέδωση του βουνού , με τη χρήση νερού,στην περιοχή του λιμανιού. Επιθυμία είναι να επιτευχθεί αυτό το συντομότερο δυνατό.

Κατασκευάστε ένα μαθηματικό μοντέλο για την ισοπέδωση του βουνού. Χρησιμοποιήστε το μοντέλο σας για να απαντήσετε στις ερωτήσεις που ακολουθούν.

-Πώς θα πρέπει να κατευθύνεται το ρεύμα του νερού προς το βουνό, ως συνάρτηση του χρόνου;

-Πόσος χρόνος θα χρειαστεί με τη χρήση ενός μόνο πυροσβεστικού πλοίου;

-Μπορεί η χρήση 2 (ή 3, 4, κ.λπ.) πυροσβεστικών πλοίων να μειώσει το χρόνο περισσότερο από 2 (ή 3, 4, κ.λπ.) φορές;

-Να υποβάλει σύσταση στην επιτροπή του θέρετρου για το τι πρέπει να γίνει.>>

(COMAP, <http://www.comap.com/highschool/contests/himcm/2006problems.html>)

Το παραπάνω είναι ένα μη ρεαλιστικό πρόβλημα , το οποίο απευθύνεται στους λεγόμενους επιτυχημένους μαθητές/τριες . Τα ζητήματα που προκύπτουν από τη διδασκαλία των μαθηματικών και την προώθηση της επιστήμης μέσω τέτοιων προβλημάτων , είναι τα εξής:

-Είναι αποσυνδεδεμένο από περιβαντολογική και ηθική άποψη

-Κινητήρια δύναμη πίσω από τη συγκεκριμένη εφαρμογή είναι το κέρδος

-Αντιμετωπίζει τον/την μαθητή/τρια ως επιχειρηματία ή μηχανικό που ψάχνει να βρει τη πιο σύντομη χρονικά λύση για να γίνει αποδεκτή από την επιτροπή που είναι υπεύθυνη για το θέρετρο

-Δεν θέτει προβληματισμούς για την οικολογική ζημία που θα επέλθει από τη συγκεκριμένη δράση

-Οι μαθητές αποκτούν ισχυρές δεξιότητες στην επίλυση δύσκολων προβλημάτων

Πως όμως θα μπορούσε αυτό το πρόβλημα να γίνει πιο κριτικό;

Θα μπορούσε να δοθεί και περιβαντολογική προέκταση στο πρόβλημα , θέτοντας παράλληλα τα εξής ερωτήματα:

<< "Ένας δακτύλιος κοραλλιογενούς υφάλου με διάμετρο 1 km περιβάλλει το νησί. Κάθε κυβικό μέτρο άμμου που εναποτίθεται στον ύφαλο σκοτώνει 1 τετραγωνικό μέτρο κοραλλιών>>.Στα ζητούμενα θα μπορούσαν να ήταν η πρόταση δύο μοντέλων , το ένα που να εξυπηρετεί την επιτροπή του θερέτρου και το άλλο μια άλλη επιτροπή που προσπαθεί να διαφυλλάξει το περιβάλλον του νησιού. Μια τέτοια προσέγγιση θα έδινε κριτική διάσταση στην εφαρμογή των μαθηματικών , με προεκτάσεις ηθικές , οικονομικές και περιβαντολογικές.(L.Wallowitz, M.E. de Freitas, T.Hogan, R. Linne).

Με αφορμή το παραπάνω παράδειγμα , θα γίνει μια σύντομη αναφορά στην Κριτική Μαθηματική Εκπαίδευση.Η κριτική μαθηματική εκπαίδευση αφορά μία προσπάθεια για τον επαναπροσδιορισμό των μαθηματικών στη σχολική τάξη , ως τόπο ηθικής αμφισβήτησης και πολιτικής εξουσίας.Περιλαμβάνει ένα σύνολο αρχών που στοχεύουν μέσω της μαθηματικής εκπαίδευσης σε ζητήματα πολιτικής δράσης στην κοινωνία . Εξετάζει ζητήματα σε σχέση με τη διδασκαλία των μαθηματικών , εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο μέσω εφαρμογών των μαθηματικών είναι δυνατός ο πολιτισμικός επαναπροσδιορισμός της εξουσίας και αντιμετωπίζει προβλήματα πρόσβασης και ευκαιριών ανάλογα με την τάξη , το φύλο ή το χρώμα του δέρματος (Skovsmse & Borba ,2004). Έχουν προταθεί διάφοροι τρόποι , από υποστηρικτές της κριτικής μαθηματικής εκπαίδευσης , για την υλοποίηση των παραπάνω στόχων όπως ο σχεδιασμός νέων προγραμμάτων σπουδών για τη διδασκαλία των μαθηματικών , που να

αντιμετωπίζουν ζητήματα κοινωνικής δικαιοσύνης (Gutstein , 2006) , η μελέτη του ρόλου που διαδραματίζει η προδιάθεση των εκπαιδευτικών που διδάσκουν μαθηματικά για την παιδαγωγική της κοινωνικής δικαιοσύνης (Rodriguez & Kitchen ,2005 - Zevenberger ,2004), η αμφισβήτηση των διδακτικών μεθόδων που εμποδίζουν τη συμμετοχή μεγάλου αριθμού μαθητών (de Freitas ,2004 - Walshaw , 2005), η προσέγγιση της μαθηματικής εκπαίδευσης μέσα απο μια κοινωνικοπολιτική ηθική (Skovsmose, 2005 - Valero ,2004).

Ο Gutstein (2008), παρατηρεί ότι η εφαρμογή της κριτικής μαθηματικής εκπαίδευσης στη σχολική τάξη , παρουσιάζει μεγάλες δυσκολίες , οι οποίες πηγάζουν απο τις σταθερές θεσμικές σταθερές που δομούν τη διδασκαλία των μαθηματικών.Μελέτες έδειξαν ότι η συντριπτική πλειοψηφία των εκπαιδευτικών , εξακολουθεί να διδάσκει δεξιότητες και ασκήσεις , που τελικά μπορούν να ακολουθήσουν μόνο ένα επιλεγμένο μέρος των μαθητών (Confrey & Kazak, 2006).Επίσης αποκαλύπτουν στενή σχέση μεταξύ της επίδοσης στα μαθηματικά και της κοινωνικοοικονομικής κατάστασης (Gates , 2006)(Critical literacy in math).Σε προβλήματα εφαρμογών με ρεαλιστική βάση είναι πιο πιθανό να προκύψουν ρεαλιστικές απαντήσεις , από εργαζόμενους μαθητές/τριες , χωρίς απαραίτητα να λάβουν υπόψιν ότι το πρόβλημα απαιτεί μαθηματική λύση(Cooper & Dune ,2004).

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί η διαφορά μεταξύ επιστημονικού γραμματισμού , ο οποίος βρίσκεται στην εθνική ατζέντα των προγραμμάτων σπουδών και του κριτικού επιστημονικού γραμματισμού. Ο πρώτος δίνει έμφαση στην κριτική ανάλυση των δεδομένων αλλά δεν αναπτύσσει μια κριτική στάση στα πιθανά οικονομικά και πολιτικά κίνητρα , που ενδεχομένως κρύβονται πίσω από τους επιστημονικούς ισχυρισμούς. Μια κριτική θέση απαιτεί απο εκπαιδευτικούς , μαθητές/τριες και γενικότερα το ευρύτερο κοινό , να αναζητά την ανείπωτη ιστορία , να εξετάζει την πηγή της πληροφορίας, ποιες δυνάμεις πολιτικές ή οικονομικές βρίσκονται πίσω από τη διάδοση αυτής και πως μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο ή την περιθωριοποίηση άλλων αντίθετων απόψεων (Wallowitz,2008).

Για την εφαρμογή των αρχών της κριτικής παιδαγωγικής στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών , απαιτούνται εκπαιδευμένοι εκπαιδευτικοί , που να μπορούν να

προχωρήσουν σε δράσεις που έχουν σαν στόχο την συνηθειοποίηση για μετασχηματισμό της κοινωνίας. Για τον σκοπό αυτό οργανώνονται θερινά σχολεία για εκπαιδευτικούς από διάφορα κολέγια ή πανεπιστήμια. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση του θερινού σχολείου στο Bryn Mawr College , που συνδιοργανώνεται από τους Ann Dalke και Will Fraklin για εκπαιδευτικούς δημοσίων σχολείων K-12 .Σκοπός της συγκεκριμένης δράσης είναι οι εκπαιδευόμενοι του θερινού σχολείου να εμπλακούν με τέτοιο τρόπο μέσω των εργασιών τους , σε αυτό που ονομάζουμε κριτική εκπαίδευση , ώστε να προχωρήσουν στην συγγραφή των θεμάτων που σχετίζονται με την αλλαγή. Με βάση την εμπειρία τους από τα μαθήματα , υποστηρίζουν την επέκταση της κριτικής παιδαγωγικής σε πρακτική της επιστημονικής εκπαίδευσης. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές διερευνητικές μεθόδους που προωθούν την ατομική επιτυχία , η κριτική εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες εστιάζει στις κοινωνικές διαστάσεις μέσα στις οποίες λειτουργούν οι μαθητές/τριες , θέτει ερωτήματα για το πως θα μπορούσαν να αλλάξουν και πως θα μπορούσαν αυτές οι αλλαγές να διατηρηθούν. (A.Dalke&W.Fraklin) .

Το κεντρικό στοιχείο για ασφαλή συμπεράσματα ,από το συγκεκριμένο εργαστήριο, είναι η διαφορετικότητα που πρέπει να χαρακτηρίζει τους συμμετέχοντες .Οι συμμετέχοντες στο συγκεκριμένο εργαστήριο του θερινού ινστιτούτου , διαφέρουν αρκετά μεταξύ τους , τόσο ως προς την προετοιμασία όσο και ως προς τη δέσμευση.Κάποιοι έχουν χαμηλό επιστημονικό υπόβαθρο , ενώ άλλοι είναι κάτοχοι μεταπτυχιακών.Επίσης καλύπτουν όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης , από το νηπιαγωγείο μέχρι το λύκειο.Ορισμένοι έχουν συμμετάσχει και στο παρελθόν σε αντίστοιχα εργαστήρια , ενώ άλλοι έρχονται για πρώτη φορά.

Οι εμπειρίες που μεταφέρουν οι μαθητές-εκπαιδευτικοί , από τις τάξεις τους σε δημόσια σχολεία της Φιλαδέλφειας , συνοψίζονται στις παρακάτω εκφράσεις :

<<Με αυτές τις περιοχές κανείς δεν θέλει να ασχοληθεί...>>

<<Οι μαθητές μου έχουν ανάγκη από κάποιον που θα τους δώσει ελπίδα για το μέλλον...>>

<<Δεν έχουν ελπίδα ότι μπορεί να γίνει οποιαδήποτε αλλαγή και να γίνουν κάτι άλλο από αυτό που είναι ...>>

<<Τα παιδιά αποδεχόμενα τους εαυτούς τους ως παρείσακτους θεωρούσαν ότι δεν άξιζαν `` τους καρπούς `` της χώρας τους. Αυτά τα παιδιά έχουν ανάγκη από κάποιον που θα κερδίσει την εμπιστοσύνη τους , θα τους δώσει ελπίδα και θα τα διαβεβαιώσει ότι δικαιούνται ότι και οι υπόλοιποι πολίτες αυτής της χώρας και να τα κάνουν να πιστέψουν στην επιτυχία>> (Εκπαιδευτικοί δημόσιων σχολείων της Φιλαδέλφειας , καλοκαίρι 2005).

Από την εμπειρία των A.Dalke και W. Fraklin, από τη συνδιδασκαλία μιας σειράς θερινών μαθημάτων , σημειώθηκαν κάποιες παρατηρήσεις οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση της εφαρμογής της κριτικής παιδαγωγικής στην επιστήμη. Στη συνέχεια γίνεται ανάλυση αυτών των παρατηρήσεων .

Μία από τις βασικές επιδιώξεις , είναι η αντικατάσταση της ατομικής επιτυχίας με μια βιώσιμη αλλαγή σε επίπεδο κοινότητας. Τις τελευταίες δεκαετίες έχει ενισχυθεί η διερευνητική μέθοδος διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Στις αίθουσες διδασκαλίας , ενθαρρύνεται η πρακτική εργασία των μαθητών , συμμετέχοντας σε εργαστήρια στα οποία έχουν ενεργό συμμετοχή στη πειραματική διαδικασία , με αποτέλεσμα να δημιουργούν ερωτήματα και να γίνονται οι ίδιοι παραγωγοί γνώσης(Prince & Felder , 2007). Η προσέγγιση της επιστήμης με βάση την κριτική παιδαγωγική αποσκοπεί στο να βοηθηθούν οι μαθητές να διερευνούν από διάφορες κατευθύνσεις και να είναι σε θέση να ασκήσουν κριτική στα ευρήματά τους. Στόχος είναι ξεκινώντας από τα ενδιαφέροντα των μαθητών , τα οποία ελπίζει να τα διευρύνει , η προώθηση της δια βίου εξερεύνησης του φυσικού κόσμου. Η αναζήτηση του πλαισίου μέσα στο οποίο οι μαθητές που βρίσκονται σε μειονοτική θέση , ασχολούνται με την επιστήμη , είναι σημαντική προκειμένου να φέρει κοντά στην επιστήμη , όσους παραδοσιακά δεν ήταν μέλη της. Αν θέλουμε να καταστήσουμε την επιστήμη προϊόν και ιδιοκτησία όλων των ανθρώπων , και να μειώσουμε την αντίληψη ότι είναι πλήρως εξειδικευμένη και απευθύνεται στους λίγους , πρέπει η διδασκαλία της , να γίνει πλήρως πλαισιοκεντρική (Grobstein, 2005). Το ζητούμενο είναι η αντικατάσταση της ατομικής επιτυχίας , η οποία προέρχεται από την κατάκτηση συγκεκριμένων γνώσεων και δεξιοτήτων , με τον προσανατολισμό στη διαδικασία με την οποία θα προέλθει μια βιώσιμη αλλαγή σε επίπεδο κοινότητας. Έτσι αλλάζει και ο τρόπος που διδάσκεται αλλά και που ασκείται η επιστήμη .

Κύριο μέλημα της κριτικής παιδαγωγικής η ανάδειξη του κοινωνικού πλαισίου στο οποίο επιδιώκεται η οικοδόμηση της νέας γνώσης.

<<Ο καθένας μπορεί να δει μέσα από το τηλεσκόπιο μου...>> , έλεγε ο Γαλιλαίος.

Όμως η παραπάνω πρόταση εγείρει τα εξής ερωτήματα:

-Τι γίνεται αν δεν υπάρχουν χρήματα για ένα τηλεσκόπιο;

-Αν τα έντονα φώτα της πόλης κάνουν τα αστέρια μη ορατά;

Η επιστήμη που βασίζεται στη διερεύνηση, στοχεύει στην οικοδόμηση της γνώσης, από τους ίδιους τους μαθητές. Δεδομένου ότι η διερευνητική διαδικασία απαιτεί , στις περισσότερες περιπτώσεις , ομαδική εργασία , αποτελεί προέκταση της διαδικασίας, η κοινωνική διάσταση της μάθησης. Ωστόσο μη λαμβάνοντας υπόψιν το κοινωνικό και πολιτικό πλαίσιο μέσα στο οποίο λαμβάνει χώρα η διερευνητική διαδικασία και η παραγωγή της γνώσης , οδηγείται σε ένα είδος <<απογύμνωσης του πλαισίου>>. Σύμφωνα με τον Harding, οι απελευθερωτικοί πολιτικοί στόχοι πρέπει να κατευθύνουν τα ερευνητικά προγράμματα , για ένα μοντέλο <<καλής επιστήμης>> (Harding ,1991). Δηλαδή μιας κοινωνικής επιστήμης , η οποία στοχεύει στην καθολική συμμετοχή στις πρακτικές της επιστημονικής έρευνας ,στις φτωχότερες αστικές σχολικές περιοχές.

Ένα σημαντικό θέμα για την εφαρμογή των αρχών της κριτικής παιδαγωγικής , είναι σχετίζεται με την σχέση της επιστήμης και του τόπου, όπου διεξάγεται. Ερωτήματα που τίθεται προς διερεύνηση είναι :

-Πως φαίνεται η επιστήμη όταν ο τόπος που εξετάζεται είναι ένα φτωχό χρηματοδοτούμενο αστικό σχολείο;

-Πως φαίνεται η επιστήμη όταν ο τόπος που εξετάζεται είναι ένα πλούσιο προαστιακό κολέγιο;

Η απάντηση που δίνεται στα παραπάνω ερωτήματα ξεκινά από τα προγράμματα σπουδών. Αν δεν είναι σχεδιασμένα με βάση τα ενδιαφέροντα και τις επενδύσεις των ίδιων των μαθητών/τριών, τότε δεν θα καταφέρει να τους εμπλέξει στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Ορισμένοι από τους προσκεκλημένους καθηγητές/τριες του ινστιτούτου, ήταν ένας ψυχολόγος, με εμπειρία στη διδασκαλία σε μαθητές/τριες του δημοτικού και στη συνεργασία με τους εκπαιδευτικούς και ένας χημικός που έχει υλοποιήσει αρκετά εργαστήρια χημείας για εκπαιδευτικούς και έχει οργανώσει έναν οδηγό με πειράματα για μαθητές γυμνασίου. Η παρουσιάσεις τους αφορούσαν: του ψυχολόγο την αρχή του συμπεριφορισμού για την αλλαγή της προβληματικής συμπεριφοράς και του χημικού την καθοδήγηση σε μια σειρά πειραμάτων με συγκεκριμένα υλικά. Το συμπέρασμα που προέκυψε ήταν ότι οι συμμετέχοντες δεν είχαν διάθεση να εργαστούν και να αποδώσουν σε προκαθορισμένα σενάρια, ακόμη και αν έχουν την δυνατότητα να τα τροποποιήσουν ή και να τα αναθεωρήσουν. Οι συμμετέχοντες εξέφρασαν το ερώτημα-θέση, μήπως θα ήταν πιο αποδοτικό να παρουσιάζεται το υλικό χωρίς ιστορία ή με τη λιγότερη δυνατή ιστορία, ώστε οι μαθητές να κατευθύνονται όσο το δυνατόν λιγότερο. Επίσης υπήρχε διαφορετική αντιμετώπιση ως προς την μοντελοποίηση των τεχνικών που μπορούν να αξιοποιηθούν για να παρέχουν γνώση. Άλλοι θεώρησαν αυτή την τεχνική ασφαλής και μεθοδική και άλλοι την απέρριψαν σαν μια τεχνική που καλλιεργεί τη λογική του "λιγότερου λάθους". Αυτές οι διαφορετικές στάσεις αντικατοπτρίζουν και τη λογική που αναπτύσσουν οι συμμετέχοντες στις τάξεις τους και πως λειτουργεί αυτή η εναλλαγή της λογικής στους μαθητές, δηλαδή από τον γραμμικό, συντηρητικό καθηγητή στον καθηγητή με πιο ελεύθερη διάθεση.

Μια άλλη διαπίστωση σχετίζεται με την άρνηση της ενσωμάτωσης σε οποιοδήποτε σύστημα έχει προκαθορίσει την κατεύθυνση της εξέλιξης, όπως αποδείχθηκε από την άρνηση των συμμετεχόντων να εμπλακούν σε μια διαδικασία, εφόσον η εξέλιξή τους μέσα από αυτή, ήταν προβλέψιμη. Η στάση τους, δήλωνε ότι επιθυμούσαν να είναι <<ελεύθεροι>>. Αρκετοί διαφοροποιούνταν, όταν υπήρχε προσπάθεια, να τους ενσωματώσουν στα σχέδια μαθήματος, διεκδικώντας αυτό που ο Paul Willis αποκαλεί <<αρχή της αυτοδιάθεσης>>. Το ζήτημα που προκύπτει είναι πως θα επέλθει η αλλαγή, ξεκινώντας μέσα από τις τάξεις των μαθητών τους. Και πάλι η απάντηση είναι, ξεκινώντας από τα ενδιαφέροντά τους, χωρίς να είναι σίγουρη η αποτελεσματικότητα.

Στην πορεία των μαθημάτων στο ινστιτούτο, παρατηρήθηκε ότι η αρχική αντίσταση που πρόβαλλαν οι συμμετέχοντες ξεπεράστηκε και στη συνέχεια ανέπτυξαν ενεργό δράση, κάτι το οποίο μπορεί να συμβεί και με τους μαθητές στις τάξεις τους. Η μεγαλύτερη και η πιο πετυχημένη συμμετοχή είχε να κάνει με τη συλλογή δεδομένων για νέους τρόπους οργάνωσης των τάξεων και του κόσμου, παρά για να επαναλάβουν μια ήδη γνωστή διαδικασία. Για παράδειγμα ανέπτυξαν μεγάλο ενδιαφέρον για την επανάσταση της εξέλιξης ή για την πολυπλοκότητα της παγκόσμιας αλλαγής. Το σημαντικό από τα συγκεκριμένα παραδείγματα είναι ότι μικρές αλλαγές σε έναν τομέα μπορούν να επιφέρουν τεράστιες αλλαγές σε ένα άλλο, κάτι που μπορεί να παρατηρηθεί και στις τάξεις και στη συνέχεια στην κοινότητα.

Μια άλλη δυσκολία που πιθανόν να προκύψει, είναι η δυσαρέσκεια πολλών γονέων με τα σχολεία των παιδιών τους, καθώς κουβαλούν τα αρνητικά βιώματα που είχαν οι ίδιοι. Τις περισσότερες φορές εκδηλώνουν δυσπιστία ως προς το τι διδάσκονται τα παιδιά τους, γεγονός που τους ανησυχεί για δυσάρεστες αλλαγές που τυχόν θα επέλθουν στην κοινότητά τους. Αν για παράδειγμα κάποιος τους έλεγε ότι <<βρίσκεστε πάνω σε ένα μικρό βράχο, που στριφογυρίζει ασταμάτητα, γύρω από ένα δευτεροκλασάτο αστέρι, μόνο του ανάμεσα σε μυριάδες>>. Σκεφτείτε τι αναστάτωση θα τους προκαλούσε μια τέτοια δήλωση και πόσο προδομένοι θα αισθανόντουσαν. Ποιος θα ήταν τότε ο λόγος ή αναγκαιότητα τόσης υπομονής και τέτοιας δικαιολόγησης της φτώχειας τους. Μια πρόταση που προέκυψε μέσα από ένα παιχνίδι ρόλων μεταξύ των συμμετεχόντων, ήταν οι μαθητές μαζί με τους δασκάλους να προσκαλέσουν τους γονείς και παρ' όλη τη διστακτικότητα που θα αντιμετώπισουν να μάθουν το κόσμο εκ νέου μαζί με τα παιδιά τους.

Παρατηρώντας τον τρόπο με τον οποίο οι συμμετέχοντες αντιδρούν στην ενσωμάτωση, καταλήγουμε στο συμπέρασμα, ότι η αντίστασή τους είναι ένα σημαντικό στάδιο της εκπαίδευσής τους. Οι συμμετέχοντες παρακινούνται να επεξεργαστούν αυτή τη στάση τους και να την ερμηνεύσουν μέσω της αλληλεπίδρασή τους με τον κόσμο. Ενθαρρύνοντάς τους να ασχοληθούν με ένα θέμα και να το διερευνήσουν είτε για τους ίδιους είτε για τις κοινότητές τους, επαναπροσδιορίζουν τον εαυτό τους. Από το ρόλο του παρείσακτου αναλαμβάνουν ρόλο ως <<συγγραφείς της ζωής>>. Αυτό επαναπροσδιορίζει και τον τρόπο με τον οποίο γράφεται η επιστήμη (Lemke 2001). Όσο

πιο εντοπισμένη είναι η έρευνα στα ενδιαφέροντα, στις ιδιαιτερότητες των μαθητών και των κοινοτήτων τους, τόσο περισσότερο θα ανθίζει και το επιστημονικό εγχείρημα <<Grunewald, 2003).

Η κριτική παιδαγωγική της επιστήμης, όπως προσπάθησε να εφαρμοστεί στο θερινό ινστιτούτο, βασίζεται στη διερεύνηση σε ένα μαθησιακό περιβάλλον πιο πλαισιακό, πιο ευέλικτο, πιο κριτικό και πιο βιώσιμο. Αναγνωρίζει τη σημασία του τόπου, εφόσον οι αλλαγές που επιφέρονται στη τάξη, μπορούν να γίνουν αλλαγές και για την ευρύτερη κοινωνία. Είναι σχεδιασμένη με ένα διαδραστικό, συνεργατικό και συναλλακτικό κοινωνικό μοντέλο, με απώτερο σκοπό τη βιώσιμη αλλαγή στον κόσμο.

2.6 Σύνοψη

Η Κριτική Εκπαίδευση στις Φυσικές επιστήμες, έχει ως στοχεύει στην ενδυνάμωση των εκπαιδευόμενων, με σκοπό να κατακτήσουν την ικανότητα της κριτικής ανάγνωσης, κοινωνικών ζητημάτων που αφορούν τη φτώχεια, την ανεργία, τη κοινωνική ανισότητα, την υγεία, την περιβαλλοντολογική ρύπανση, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και πολλών άλλων θεμάτων. Για την αντιμετώπιση των παραπάνω ζητημάτων και την ανεύρεση λύσεων απαιτείται η συμμετοχή ενεργών, κριτικών επιστημονικά εγγράμματων πολιτών (Σκορδούλης, 2017). Παρόλο που έχουν γίνει βήματα ώστε να κερδίζει έδαφος, στα σχολεία, η διδασκαλία του κριτικού γραμματισμού, έχει ιδιαίτερη σημασία η αναζήτηση διδακτικών προσεγγίσεων ώστε να προκληθούν αλλαγές στις εννοιολογικές αντιλήψεις των μαθητών για τη φύση της γνώσης και τις πολιτισμικές προκαταλήψεις που είναι εδραιωμένες (Schwab, 1962). (Critical literacy in math)

3. Ενότητα 2η

3.1 Εκπαίδευση STEM – Ιστορική αναδρομή- από το STS στο STEM

Κατά τον 18ο αιώνα άρχισαν οι Φυσικές Επιστήμες να διδάσκονται σε σχολεία της Αγγλίας, αλλά όχι με τη σημερινή μορφή, αλλά ως Φυσική Φιλοσοφία και τον επόμενο αιώνα εισήχθησαν στα εκπαιδευτικά συστήματα υποχρεωτικής εκπαίδευσης και άλλων χωρών. Δεδομένου ότι κατά τον 19ο αιώνα τόσο στην Ευρώπη όσο και στις ΗΠΑ, τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών περιείχαν κλασική φιλολογία, θεολογία και ανθρωπιστικές επιστήμες, οι Φυσικές Επιστήμες έπρεπε να είναι ενταγμένες σε ένα αντίστοιχο θεωρητικό - φιλοσοφικό πλαίσιο (Matthews, 2007).

Σταθμός στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, αποτέλεσε η εργασία του John Dewey. Η κριτική που άσκησε ο Dewey το 1909, είχε σαν αποτέλεσμα την αμφισβήτηση του υπάρχοντος μοντέλου διδασκαλίας, το οποίο χαρακτηριζόταν από συσσώρευση γνώσεων και πληροφοριών, χωρίς να λαμβάνει την επιστήμη ως τρόπο σκέψης και στάσης, δηλαδή ως μια διαδικασία μέσα από την οποία θα αποκομίσει κάποιος τη γνώση (Dewey, 1910). Στο μοντέλο του Dewey, οι βασικές ιδέες είναι οι εξής:

- Κέντρο της διδασκαλίας πρέπει να είναι ο μαθητής και όχι ο δάσκαλος
- Η εκπαίδευση είναι η ίδια η ζωή και όχι προετοιμασία γι' αυτή
- Η εκπαίδευση πρέπει να λαμβάνει υπόψιν τις εμπειρίες του/της μαθητή/τριας
- Ο/Η μαθητής/τρια μαθαίνει καλύτερα όταν ενεργεί και όχι ως παθητικός δέκτης (Dewey, 1910).

Η διερευνητική μάθηση, ήρθε στο προσκήνιο της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών με τις ιδέες του Joseph Schwab, όπου θεώρησε αναγκαίο κατά την εκπαιδευτική διαδικασία οι μαθητές να διερευνούν (Schwab, 1960, 1966). Για το σκοπό αυτό πρότεινε τη λειτουργία σχολικών εργαστηρίων, όπου οι μαθητές θα διερευνούν ερωτήματα, τα οποία μαζί με τη μέθοδο που πρέπει να ακολουθήσουν είτε θα τους δίνονται είτε θα τα επιλέγουν μόνοι τους (ανοιχτή μάθηση). Τα αναλυτικά προγράμματα που αναπτύχθηκαν κατά τις δεκαετίες 1950-1960, επηρεάστηκαν από τις ιδέες του Dewey και του Schwab (Σκορδούλης -Στεφανίδου, 2021).

Στο τέλος της δεκαετίας του 1970 και στις αρχές της δεκαετίας του 1980 αρχισαν να προωθούνται , μέσα από συνέδρια ερευνών για την εκπαίδευση , ριζοσπαστικές για την εποχή προτάσεις που αφορούσαν τους σκοπούς της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Εισάγεται ο κοινωνικός - πολιτικός χαρακτήρας των Φυσικών Επιστημών με σκοπό να αναδείξει τη δύναμη των επιστημών στην επίλυση κοινωνικών προβλημάτων , στον μετασχηματισμό του Δυτικού πολιτισμού μέσω πολιτικής δράσης (Σκορδούλης - Στεφανίδου,2021).Το 1971 ο J. Gallagher τόνισε την αλληλεξάρτηση μεταξύ της επιστήμης, τεχνολογίας και κοινωνίας (Science - Technology- Society) και έτσι έγινε η αρχή για την εμφάνιση των προγραμμάτων STS (1982) , το οποίο περιλαμβάνει δίκτυα εκπαιδευτικών , που έχουν αφιερωθεί στον τρόπο διδασκαλίας της σχολικής επιστήμης(Σκορδούλης-Στεφανίδου,2021).Σήμερα διακρίνονται δύο κατευθύνσεις στην εκπαίδευση STS. Η πρώτη δίνει βάση στην προώθηση της εκπαίδευσης μέσω της τεχνολογίας , με κύριους εκπροσώπους τους Layton(1993) , Fensham&Gardner (1994), Cheek(2000) και άλλους , ενώ η δεύτερη που εκπροσωπείται κυρίως από τους Cross&Price(2000) , προωθεί την εκπαίδευση στηριζόμενη στην ηθική και στις ηθικές αξίες(Σκορδούλης-Στεφανίδου,2021).Ο Ziman (1984) περιγράφει τους δύο τύπους κοινωνικών ζητημάτων που εξετάζονται στις τάξεις του STS .Ο ένας τύπος ασχολείται με τις επιπτώσεις της επιστήμης στην κοινωνία σε περιπτώσεις όπως η ρύπανση του περιβάλλοντος , η κλιματική αλλαγή, η ενεργειακή πολιτική κ.α , ενώ ο άλλος τύπος με πραγματεύεται τα κοινωνικά χαρακτηριστικά της επιστήμης όπως ο ρόλος που παίζει η κοινωνική οργάνωση στη διατύπωση επιστημονικών θεωριών (Σκορδούλης-Στεφανίδου,2021).

Στη συνέχεια τέθηκε το ζήτημα ένταξης και της περιβαλλοντικής συνιστώσας στο πρόγραμμα STS , με αποτέλεσμα να εξελιχθεί σε STSE. Η εισαγωγή του περιβάλλοντος στα αναλυτικά προγράμματα των Φυσικών Επιστημών επιφέρει φιλοσοφικές και πρακτικές αλλαγές , αφού πολλές αποφάσεις που λαμβάνονται με βάση οικονομικές και κοινωνικές ανάγκες , επιφέρουν σύνθετα κοινωνικά και περιβαλλοντικά προβλήματα. Επιπλέον αναδεικνύει ένα σύνολο αξιακά φορτισμένων κοινωνικών και περιβαλλοντικών ζητημάτων (Oulton& Scott ,1998). Αυτός ο προσανατολισμός στη μάθηση ωθεί στην εγκατάλειψη της αξίωσης της ουδετερότητας ή της επιλεγμένης αφηρημένης ηθικής (Payne, 1999) , όπως και το σύστημα αξιών μας, να μη θεμελιώνεται με καθαρά επιστημονική-τεχνική λογική(Bauman, 1993).

Όσον αφορά τις ΗΠΑ , κατά το πρώτο μισό του 19ου αιώνα , άρχισε με αργούς ρυθμούς να αναπτύσσεται η εκπαίδευση της επιστήμης και της μηχανικής. Πολλές σχολές της Νέας Υόρκης , παρείχαν εξειδικευμένα προγράμματα πτυχιακής στην επιστήμη. Τα πανεπιστήμια του Harvard και του Yale , παρότρυναν φοιτητές/τριες τους να ασχοληθούν με τη σύγχρονη επιστημονική έρευνα , χωρίς οι ίδιοι όμως να την εντάξουν στη διδασκαλία τους . Καθοριστικό ρόλο σε αυτό έπαιξε ότι στις ΗΠΑ άρχισε στα μέσα του 19ου αιώνα η βιομηχανική επανάσταση , με αποτέλεσμα να αυξηθούν με γοργούς ρυθμούς η ανταγωνιστικότητα μεταξύ των επιχειρήσεων - κρατών , καθώς και ο πληθυσμός. Έτσι μέχρι τα μέσα του 20ου αιώνα , παρουσιάστηκε σημαντική αύξηση της παρακολούθησης μαθημάτων στα πανεπιστήμια και στα αμερικανικά κολέγια. Την ίδια περίοδο , καθώς και μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο , σημειώθηκαν σημαντικές επιστημονικές ανακαλύψεις και σπουδαία τεχνολογικά επιτεύγματα . Αυτή η πρόοδος δεν βελτίωσε τις συνθήκες διαβίωσης , εκπαίδευσης και παροχών για όλες τις κοινωνικές ομάδες (Penprase , 2020). Σταθμός στην στάση των ΗΠΑ απέναντι στην τεχνολογία και την επιστήμη , αποτέλεσε η εκτόξευση του δορυφόρου <<Sputnik>> , από τη Σοβιετική Ένωση (Ε.Σ.Σ.Δ) , το 1957. Προκειμένου να απαντήσει , στα πλαίσια του ψυχρού πολέμου , θέτοντας θέμα εθνικής ασφάλειας , αλλά και ανταγωνιστικότητας , έδωσε έμφαση στις θετικές επιστήμες και στη διασύνδεσή τους με τη τεχνολογία. Στα τέλη της δεκαετίας του 1990 , το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών των ΗΠΑ (NSF:National Science Foundation) , συνέλαβε την έννοια του STEM , αλλά με το ακρωνύμιο SMET . Αυτή στην οποία οφείλεται η αλλαγή απο SMET σε STEM(2001) , ήταν η Αμερικανή βιολόγος Judith Ramaley , η οποία κατείχε θέση πρώην βοηθού διευθυντή εκπαίδευσης στο NSF(Hallinen,2020).

Τη δεκαετία του 2020 , μια έκθεση των Αμερικανικών Εθνικών Ακαδημιών Επιστήμης, Μηχανικής και Ιατρικής (2005) , τόνισε ότι η αύξηση του εργατικού δυναμικού , που έχει εξειδικευτεί στις Φυσικές Επιστήμες και στη τεχνολογία συνεπάγεται και οικονομική ανάπτυξη , η οποία θα κάνει τις ΗΠΑ ανταγωνιστικές . Επιπλέον τα αποτελέσματα του PISA (Programm for International Student Assessment) , το 2006 , σχετικά με αξιολογήσεις σε γνώσεις και δεξιότητες στις Φυσικές Επιστήμες , προκάλεσαν μεγάλη ανησυχία, αφού το ποσοστό των μαθητών των ΗΠΑ με χαμηλές επιδόσεις ήταν μεγάλο , σε σχέση με αυτό άλλων χωρών. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι την 21η θέση , σε σύνολο 30 χωρών. Για να αντιμετωπίσουν αυτό το φαινόμενο , προωθήθηκε η εκπαίδευση STEM , με

δραστηριότητες τόσο εντός σχολείου ,σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης μέχρι και εκτός σχολικού περιβάλλοντος. Οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιώντας μεθόδους διδασκαλίας συμβατές με το STEM , ενσωμάτωσαν στη διδασκαλία τους project , που απαιτούσαν δεξιότητες και γνώσεις φυσικής ,μαθηματικών και μηχανικής , ενώ παράλληλα παροτρύνθηκαν οι μαθητές να συμμετέχουν σε εξωσχολικές δραστηριότητες STEM , όπως συμμετοχή σε διαγωνισμούς (Σκορδούλης-Στεφανίδου, 2021).Με το νόμο COMPETES(2007) , στις ΗΠΑ , τα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ενισχύθηκαν ιδιαίτερα , ώστε να αποκτήσουν προσανατολισμό STEM .Το 2011 ο Αμερικανός Πρόεδρος , Μπάρακ Ομπάμα , σε ομιλία του ανέφερε , ότι για να παραμείνουν ανταγωνιστικές οι ΗΠΑ σε σχέση με άλλες χώρες , να εξασφαλίσουν την εθνική τους αφάλεια και για να ενισχύσουν την οικονομική τους ανάπτυξη , πρέπει ο εκπαιδευτικός τομέας να δώσει έμφαση στις τεχνολογικές καινοτομίες.Γι ' αυτό το σκοπό η εκπαίδευση STEM , χρηματοδοτείται στις ΗΠΑ , με εκατομμύρια δολάρια , είτε για τον εξοπλισμό των κατάλληλων εργαστηρίων , είτε για την κατάρτιση των εκπαιδευτικών.

Στην Ευρώπη η χώρα που ήταν πρωτοπόρα στο STEM , ήταν το Ηνωμένο Βασίλειο, αρχικά ως SET (Science-Engineering-Technology) και από το 2006 ως STEM(Blackley &Howell, 2015).Αξίζει να σημειωθεί ότι εκτός από τις ευρωπαϊκές χώρες όπως το Ηνωμένο Βασίλειο , η Γαλλία και η Γερμανία ,ιδιαίτερα ανταγωνιστικές αποδεικνύονται και πολλές ασιατικές χώρες όπως η Κίνα , η Ιαπωνία , η Κορέα , η Ταϊβάν κ.α .Στις αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Νότια Αφρική και η Βραζιλία , τα επίπεδα συμμετοχής στην εκπαίδευση STEM , δεν είναι υψηλά και ο στόχος τους είναι να αυξήσουν και να βελτιώσουν τη συμμετοχή των μαθητών στη βασική εκπαίδευση (Marginson, 2013).

Στην Ελλάδα , παρατηρείται μια καθυστέρηση σε σχέση με τις χώρες που προαναφέρθηκαν , ως προς την εισαγωγή της εκπαίδευσης STEM. Μόλις το 2014 κάποια ιδιωτικά εκπαιδευτήρια , ίδρυσαν κάποιες ακαδημίες STEM , ενώ το 2018 το Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων φέρνει την πρόταση , ορισμένα σχολεία σε όλη την επικράτεια και όλων των βαθμίδων να λειτουργήσουν προσανατολισμένα στην νέα κατεύθυνση. Επίσης το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ) , διατηρεί μονάδα <<Φυσικών Επιστημών , Τεχνολογίας , Μαθηματικών και Τεχνών , STEM-STEAM>> , η οποία υποστηρίζει , γνωμοδοτεί και εισηγείται για οποιοδήποτε θέμα ανήκει στο γνωστικό της πεδίο για τα σχολεία όλων των βαθμίδων.

3.2 Τι είναι η Εκπαίδευση STEM

Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι υπάρχει μια ασάφεια , ως προς το τι αντιπροσωπεύει η εκπαίδευση STEM (Bybee,2013), η οποία πηγάζει κυρίως από τους λόγους που οδήγησαν σε αυτή , οι οποίοι ήταν κυρίως κοινωνικοί και οικονομικοί , παρά εκπαιδευτικοί (Garibay. 2015). Υπάρχουν ορισμοί βασιζόμενοι στις συνιστώσεις του ακρωνύμιου STEM , χωρίς κατ'ανάγκη να λαμβάνουν υπόψιν τις θεωρητικές αρχές της εκπαίδευσης STEM .Άλλοι το ταυτίζουν με τα επιμέρους αντικείμενα που το απαρτίζουν χωρίς να αναφέρονται στη διασύνδεση μεταξύ τους , όπως με παρόμοιο τρόπο γίνεται χρήση του όρου <<θετικές επιστήμες>> (Bybee,2013). Ένας άλλος ορισμός , αναφέρει την εκπαίδευση STEM ως μια ολοκληρωμένη προσέγγιση του προγράμματος των σπουδών και της διδασκαλίας(Σκορδούλης).Το συνθετικό σύνολο που προκύπτει από την ενοποίηση των επιμέρους επιστημονικών κλάδων είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα των μερών του. Αυτό σημαίνει ότι η εκπαίδευση STEM με ολοκληρωμένο τρόπο , διαφοροποιείται από την εκμάθηση πολλαπλών επιστημονικών κλάδων με διακριτό τρόπο μεταξύ τους (Shanahan , 2016). Δεδομένου ότι τα προβλήματα του σύγχρονου κόσμου είναι αρκετά σύνθετα ώστε να αντιμετωπιστούν από μία και μόνο επιστήμη , η εκπαίδευση STEM καταργεί τα σύνορα μεταξύ των γνωστικών πεδίων και δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευόμενους να ακολουθούν μια ολιστική προσέγγιση στην επίλυση των προβλημάτων.

3.3 Η ενοποιημένη Εκπαίδευση STEM

Η ενοποιημένη εκπαίδευση STEM επιδιώκει την διασύνδεση μεταξύ των επιμέρους κλάδων , δηλαδή μεταξύ των Φυσικών Επιστημών , της τεχνολογίας , της μηχανικής και των μαθηματικών , με σκοπό οι διασυνδέσεις αυτές να αξιοποιηθούν για να βελτιώσουν τη μάθηση.Περιλαμβάνει δραστηριότητες που στοχεύουν στην επίλυση προβλημάτων , στον σχεδιασμό και στην ανάπτυξη ενός σχεδίου εργασίας ώστε οι μαθητές να μπορούν να διαχειριστούν πολύπλοκες καταστάσεις που προσομοιάζουν σε προβλήματα του πραγματικού κόσμου(Σκορδούλης -Στεφανίδου,2021).Ως παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε το σχέδιο δράσης που πρέπει να αναπτύξουν οι μαθητές για την κατασκευή έναν φούρνο με διάφορες παραμέτρους , όπως να είναι οικολογικός ή να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιοχές που δεν υπάρχει πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια.Για την

επίλυση αυτού του προβλήματος οι μαθητές/τριες πρέπει να αναγνωρίσουν και να εφαρμόσουν έννοιες από διάφορα γνωστικά πεδία , όπως τις έννοιες της θερμοκρασίας , της αγωγιμότητας , της μετατροπής ενέργειας (Φυσικές Επιστήμες) , να πάρουν μετρήσεις και να κάνουν υπολογισμούς (Μαθηματικά) , να σχεδιάσουν ένα μοντέλο και να περάσουν στην κατασκευή του, χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα υλικά (Μηχανική - Τεχνολογία) (Σκορδούλης-Στεφανίδου). Πρακτικά μέσα από το παραπάνω παράδειγμα , φαίνεται πως μέσω της εκπαίδευσης STEM η θεωρητική γνώση μετουσιώνεται σε γνώση του πραγματικού κόσμου .

3.4 Γενικοί σκοποί της Εκπαίδευσης STEM

Οι τρεις γενικοί της εκπαίδευσης STEM , σύμφωνα με την έκθεση <<Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Sciences , Technology, Engineering and Mathematics>> (NRC 2011), είναι:

- Σκοπός 1:

Η διεύρυνση του αριθμού των μαθητών/τριών που εκδηλώνουν ενδιαφέρον για την εκπαίδευση STEM

Η αύξηση του αριθμού των μαθητών/τριών που ενδιαφέρονται να ασχοληθούν ακαδημαϊκά στους κλάδους που ερευνούν και σχεδιάζουν την εκπαίδευση STEM

Η αύξηση συμμετοχής σε κλάδους STEM μειονοτικών κοινωνικών ομάδων , γυναικών και μαθητών προερχόμενα από ασθενή οικονομικά κοινωνικά στρώματα

Αξίζει να αναφέρουμε ότι στις ΗΠΑ οι έγχρωμοι μαθητές που ασχολούνται σε κλάδους STEM σε διδακτορικό επίπεδο , αποτελούν μόνο το 10% των διδακτόρων , το οποίο αποτελεί ανισορροπία με δεδομένου ότι το ένα τέταρτο των πολιτών στις ΗΠΑ είναι έγχρωμοι.

- Σκοπός 2:

Αύξηση του εργατικού δυναμικού με δεξιότητες STEM

Αύξηση του αριθμού των γυναικών και των μειονοτήτων που αποτελούν μέρος του εργατικού δυναμικού με δεξιότητες STEM

Στην παρούσα φάση , το εργατικό δυναμικό με δεξιότητες STEM, δεν επαρκεί για να καλύψει τη ζήτηση στην αγορά εργασίας.

- Σκοπός 3:

Απόκτηση δεξιοτήτων STEM από όλους τους/τις μαθητές/τριες

Για να είναι κάποιος τον 21ο αιώνα ενεργός πολίτης και να είναι σε θέση να λαμβάνει αποφάσεις σε κοινωνικό επίπεδο σε θέματα όπως η υγεία , το περιβάλλον η ενέργεια, πρέπει να είναι κατερτισμένος σε επιστημονικό και τεχνολογικό επίπεδο , ανεξάρτητα από τις σπουδές και το επάγγελμα που θα ακολουθήσει(Σκορδούλης-Στεφανίδου,2021).

3.5 Κυρίαρχοι Στόχοι της Εκπαίδευσης STEM

Ο γραμματισμός και οι δεξιότητες αποτελούν τους δύο κυρίαρχους στόχους της εκπαίδευσης STEM.

Αν και δεν έχει οριστεί επαρκώς σαν έννοια ο <<γρμματισμός STEM>> , μπορούμε να πούμε ότι περιλαμβάνει τα εξής:

- Συνειδητοποίηση της σημασίας που έχει η επιστήμη , η μηχανική ,η τεχνολογία και τα μαθηματικά στη σημερινή κοινωνία
- Εξοικείωση με τις θεμελιώδεις έννοιες των επιμέρους κλάδων του STEM
- Ένα βασικό επίπεδο ευχέρειας στην εφαρμογή , όπως η εφαρμογή βασικών μαθηματικών στη καθημερινή ζωή , η δυνατότητα παρακολούθησης και κριτικής αξιολόγησης ενός επιστημονικού κειμένου που μπορεί να συναντήσει κάποιος (Σκορδουλης-Στεφανίδου,2021).

Οι δεξιότητες που πρέπει να κατέχει κάποιος τον 21ο αιώνα , διακρίνονται σε:

- Γνωστικές δεξιότητες

Στις γνωστικές δεξιότητες συγκαταλέγονται η κριτική σκέψη , η δημιουργία καινοτομιών .

- Διαπροσωπικές δεξιότητες

Οι διαπροσωπικές δεξιότητες σχετίζονται με την ικανότητα για επικοινωνία , συνεργασία και την ανάληψη ευθυνών.

- Ενδοπροσωπικές δεξιότητες

Οι ενδοπροσωπικές δεξιότητες περιλαμβάνουν δεξιότητες μεταγνωστικού χαρακτήρα =, την πρωτοβουλία και την ευελιξία (Σκορδούλης - Στεφανίδου, 2021).

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται , οι προσδοκώμενες δεξιότητες , με βάση το NRC(2012), για έναν εκπαιδευόμενο στο STEM. (Πίνακας 1)

1.Κατανόηση προβλήματος και των στοιχείων που είναι απαραίτητα για τη διερεύνησή του
2.Διατύπωση ερωτημάτων που τίθενται προς διερεύνηση
3.Σχεδιασμός έρευνας -υλοποίηση μέσω πειραματισμού, παρατήρησης, ακριβής μέτρηση μοντελοποίησης, διαχείριση μεταβλητών
4.Λήψη αποφάσεων - Αιτιολόγηση
5.Επανάληψη των μετρήσεων για έλεγχο αξιοπιστίας
6.Διατύπωση επιστημονικής εξήγησης
7.Συζήτηση στην ομάδα για όλη τη διαδικασία ,από τις αρχικές ιδέες μέχρι τα τελικά συμπεράσματα
8.Ομαδική εργασία και συνεργασία
9.Σχεδιασμός έρευνας

Πίνακας 1 Προσδοκώμενα αποτελέσματα με βάση το NRC, για έναν εκπαιδευόμενο στο STEM.

3.6 Διδακτική Μεθοδολογία στην Εκπαίδευση STEM

Οι διδακτικές προσεγγίσεις στην εκπαίδευση ποικίλουν. Βασικό στοιχείο, όμως, όλων των προσεγγίσεων , είναι ο διάλογος.Ο διάλογος ως παιδαγωγικό και διδακτικό μέσο κατέχει κεντρική θέση στο έργο του P. Freire (2000).Η εκπαίδευση STEM απαιτεί την ανάπτυξη διαλόγου μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων ομάδων. Μια διαλογική τάξη , προκειμένου να είναι αποτελεσματική και να βελτιώνει την ποιότητα της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ενσωματώνει τις προσεγγίσεις της διερευνητικής μάθησης και της συνεργατικής.

Η θεωρία του εποικοδομητισμού του Vygotsky(1978) , συνδυάζει το διάλογο, με τη διερεύνηση και τη συνεργασία.Σε μια τάξη STEM , μπορεί να έχει άμεση εφαρμογή η θεωρία <<της ζώνης εγγύτερης ανάπτυξης (ZPD)>> , η οποία σαν έννοια εισήχθη από τον Vygotsky .Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή η συνεργασία ενός/μιας μαθητή/τριας με άλλους μαθητές/τριες μέσα σε μικρές ομάδες ,υπό την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, αυξάνει τις διανοητικές ικανότητες του/της μαθητή/τριας.Για τον Vygotsky η μάθηση είναι μια βαθιά κοινωνική διεργασία, όπου η επικοινωνία αποτελεί βασικό στοιχείο για την δυναμική αλληλεπίδραση μεταξύ των εμπλεκόμενων. (Vygotsky, 1978).

Οι μεθοδολογίες που είναι συμβατές με τους στόχους και τις αξίες της εκπαίδευσης STEM , εστιάζουν σε τρεις κυρίως τομείς:

- στη διερεύνηση
- στην επίλυση προβλήματος
- στον μηχανικό σχεδιασμό(Σκορδούλης-Στεφανίδου,2021)

Η διερεύνηση κατά τη διδασκαλία, για την ερμηνεία των φαινομένων , απαιτεί από τους μαθητές να συσχετίζουν τις επιστημονικές διαδικασίες ,δηλαδή την παρατήρηση ,τον πειραματισμό και την εξαγωγή συμπερασμάτων με την επιστημονική γνώση μέσω της λογικής και της κριτικής σκέψης.Τα βήματα που ακολουθούν , κατά την διερευνητική μάθηση, είναι τα εξής (NRC,2000) :



Σχήμα 1 Βήματα διερευνητικής μάθησης

Στην εκπαίδευση STEM , η διερευνητική μάθηση επιτυγχάνεται , πολλές φορές με εφαρμογή σχεδίων εργασίας project, που παρουσιάζει πολλά κοινά χαρακτηριστικά με τη μέθοδο επίλυσης προβλήματος. Χαρακτηριστικό της μάθησης μέσω επίλυσης προβλήματος είναι ο βιωματικός χαρακτήρας της . Οι μαθητές/τριες ενθαρρύνονται να είναι ενεργοί και να συμμετέχουν στον σχεδιασμό μιας στρατηγικής , προκειμένου να

οδηγηθούν στην επίλυση δομημένων προβλημάτων, τα οποία μπορεί να είναι προβλήματα της καθημερινής ζωής(Σκορδούλης-Στεφανίδου, 2021). Σύμφωνα με τον Barrows(1996) , τα χαρακτηριστικά της μάθησης μέσω επίλυσης προβλήματος είναι τα εξής:

- Είναι μαθητοκεντρική
- Είναι ομαδοσυνεργατική
- Είναι διερευνητική
- Υπάρχει καθοδήγηση και υποστήριξη από τον εκπαιδευτικό
- Το πρόβλημα που τίθεται για επίλυση αποτελεί συγχρόνως στόχο και κίνητρο για τους μαθητές

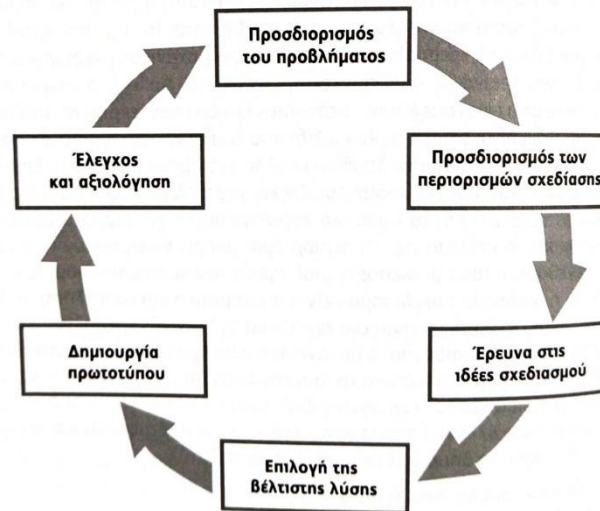
Η μεθοδολογία που ακολουθείται για την διεκπεραίωση ενός σχεδίου εργασίας project, είναι ο μηχανικός σχεδιασμός. Στον παρακάτω πίνακα , παρουσιάζεται συνοπτικά , τα στάδια του project μέσω μηχανικού σχεδιασμού.

Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα , η διαδικασία είναι κυκλική , δηλαδή ο έλεγχος και η αξιολόγηση , μπορεί να οδηγήσουν στην επανεκκίνηση της διαδικασίας , μέσω ενός νέου βελτιωμένου σχεδίου(Σκορδούλης-Στεφανίδου,2021).

Με ανάλογο τρόπο προσδιορίζονται και τα στάδια που ακολουθούνται για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών μέσω STEM, τα οποία εμφανίζουν κοινά χαρακτηριστικά με τις πρακτικές της επιστήμης και της μηχανικής. Τα στάδια αυτά είναι τα εξής:

- <<Διατύπωση ερωτήματος για ένα φυσικό φαινόμενο ή πρόβληματος
- Χρήση εννοιών και μοντέλων για τη συλλογή δεδομένων και την επεξήγηση φυσικών φαινομένων
- Πειραματισμός στο εργαστήριο ή επιστημονική έρευνα στο πεδίο , χρησιμοποιώντας μια συστηματική προσέγγιση
- Ανάλυση δεδομένων από επιστημονικές έρευνες και ερμηνεία τους , με χρήση εργαλείων ανάλυσης ,εντοπισμός μοτίβων και συσχέτιση με παραμέτρους υπολογιστικής σκέψης
- Αναπαράσταση μεταβλητών και εύρεση των μεταξύ τους σχέσεων , μέσω μαθηματικών και υπολογιστικών μοντέλων
- Διατύπωση μιας επιστημονικής θεωρίας ή κατασκευή μιας λύσης , με βάση τα δεδομένα που έχουν συλλέξει
- Διατύπωση επιχειρημάτων για την στήριξη της επιστημονικής θεωρίας

- Αξιολόγηση και επικοινωνία αποτελεσμάτων >> (Σκορδ-Στεφ).



Σχήμα 2 Στάδια στη διδασκαλία των ΦΕ μέσω STEM

3.7 Από την Εκπαίδευση STEM στην Εκπαίδευση STEAM

Τα τελευταία χρόνια , έχει αναπτυχθεί μια τάση που προωθεί την επέκταση του όρου STEM σε STEAM , όπου η προσθήκη του γράμματος A , αντιστοιχεί στον τομέα των τεχνών (Art) και κατ'επέκταση των ανθρωπιστικών επιστημών. Ο κύριος λόγος αυτής της επέκτασης , είναι η δημιουργικότητα που παρέχουν οι τέχνες και μπορεί να αποτελέσει σημαντικό στοιχείο στην εκπαίδευση, καλλιεργώντας δημιουργικές δεξιότητες στην επίλυση προβλημάτων(Katz-Buonincontro, 2018). Η STEAM εκπαίδευση στο πλαίσιο μιας διαθεματικής προσέγγισης ,ενσωματώνει στις μεθόδους διδασκαλίας , τις τέχνες ενισχύοντας έτσι την φαντασία , την δημιουργική σκέψη , τις διερευνητικές δεξιότητες ,και την κριτική ικανότητα στην επίλυση προβλημάτων. Επειδή η έμφαση στην STEM εκπαίδευση , φαίνεται να έχει υποβαθμίσει την ενασχόληση με τις τέχνες και τις ανθρωπιστικές επιστήμες , η προσθήκη του άξονα Art, μπορεί να οδηγήσει σε μια πιο ολοκληρωμένη εκπαίδευση (Τζουβάρα, 2012).

Πρόσφατες έρευνες πάνω σε εργαστήρια STEAM έχουν δείξει ότι η εμπλοκή των Τεχνών στις πρακτικές STEM συμβάλλει στην αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών/τριων για για επαγγελματική ενασχόληση με τις επιστήμες (Σουλιώτη,2016).Για παράδειγμα τα

εργαστήρια STEAM που υλοποιήθηκαν στο πλαίσιο του Project STEAM: <<Integrating art with science to build science identities among girls>>, ανέδειξαν ότι η εισαγωγή των Τεχνών στο STEM , προκάλεσε αύξηση του ενδιαφέροντος των κοριτσιών για τις επιστήμες (Conner, 2016).

Οι Τέχνες, εκ πρώτης όψεως , φαίνονται ασύμβατες και αταίριαστες με τις επιστήμες. Η Τέχνη χαρακτηρίζεται από την ελεύθερη έκφραση , τη φαντασία , την υπερβολή , τον αυθορμητισμό , τη τόλμη σε αντίθεση με τις επιστήμες που χαρακτηρίζονται πολλές φορές από αυστηρή μεθοδικότητα . Όμως, έχει αποδειχθεί , ότι αυτές οι ιδιότητες των Τεχνών , εισάγουν έναν νέο τρόπο σκέψης στην επιστήμη ο οποίος μπορεί να τροφοδοτήσει την επιστημονική κοινότητα, με ενδιαφέρουσες και καινοτόμες ιδέες και δράσεις(Σουλιώτη,2016). Αλλά και η επιστήμη και η τεχνολογία , μπορούν να αποτελέσουν πηγή έμπνευσης για τις Τέχνες , αλλά και να εισάγουν νέες τεχνοτροπίες.

Στον παρακάτω πίνακα που ακολουθεί φαίνονται τα αντίθετα χαρακτηριστικά που φαίνεται να έχουν το STEM και η Τέχνη , τα οποία όμως λειτουργούν συμπληρωματικά (Sousa , Pelecki , 2013). (Πίνακας 2)

STEM	ARTS
Objective	Subjective
Logical	Intuitive
Analytical	Sensual
Reproducible	Unique
Useful	Frivolous

Πίνακας 2 Τομείς STEM και Τέχνες (Sousa και Pickle, 2013:9)

4. Ενότητα 3η

4.1 Κριτική παιδαγωγική στο STEM

Παρόλο που υπάρχει άφθονη βιβλιογραφία σχετικά με την άσκηση της κριτικής παιδαγωγικής στις ανθρωπιστικές επιστήμες και τις τέχνες, οι θετικές επιστήμες και τα μαθηματικά είναι νέοι τομείς για την κριτική παιδαγωγική και προσφέρουν λίγες κριτικές μελέτες. Παρακάτω, θα παραθέσουμε απόψεις κριτικών παιδαγωγών, που έχουν ασχοληθεί με το ρόλο της εκπαίδευσης STEM, σύμφωνα με δημοσιευμένα άρθρα τους.

Στη συνέχεια αυτής της εργασίας, βασιζόμενοι στο άρθρο του Bulent Avcı, αναλύεται η σχέση μεταξύ της εκπαίδευσης STEM, της δημοκρατίας και κοινωνικής δικαιοσύνης. Τα τελευταία 30 χρόνια, η εισαγωγή της εκπαίδευσης STEM έχει γίνει βασικός στόχος της εκπαίδευσης K-16. Ειδικά την τελευταία δεκαετία έχουν γραφεί πολλά βιβλία, άρθρα, έχουν δημιουργηθεί ιστότοποι, ιδιωτικά ιδρύματα που προωθούν την εκπαίδευση STEM, προσεγγίζοντάς την από την οπτική της αγοράς εργασίας. Τονίζουν την έλλειψη εργατικού δυναμικού σε τομείς STEM, στις χώρες που είναι ανταγωνιστικές στην παγκόσμια οικονομία και την αποτυχία του εκπαιδευτικού συστήματος να δημιουργήσει εργαζομένους με εξειδικευμένες γνώσεις STEM, για να καλύψουν τις κενές θέσεις εργασίας. Γι' αυτό υπάρχει μια προσπάθεια να εισαχθεί η εκπαίδευση STEM σε όλες τις βαθμίδες της πρωτοβάθμιας, της δευτεροβάθμιας και της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Επίσης προβάλλουν την εκπαίδευση STEM, ως πολιτικά ουδέτερη και επικεντρώνονται στις δεξιότητες που παρέχει και στους τρόπους με τους οποίους μπορεί να γίνει πιο αποτελεσματική.

Παραθέτουμε πιο κάτω κάποιες από τις επικρατούσες απόψεις που βρίσκουμε σε δημοσιεύσεις STEM.

-Η εκπαίδευση STEM παρέχει γνώσεις και δεξιότητες που είναι απαραίτητες για την ευημερία του ατόμου. Καθιστά το άτομο ικανό να λαμβάνει αποφάσεις για θέματα που αφορούν την καθημερινή του ζωή, την υγεία του και τη σχέση του με το περιβάλλον. Του παρέχει ευκαιρίες για επαγγελματική σταδιοδρομία στη σύγχρονη αγορά εργασίας.

-Η εκπαίδευση STEM συμβάλλει στην ανάπτυξη και στην ευημερία ολόκληρου του έθνους. Είναι ζωτικής σημασίας για την ανεύρεση λύσεων που αφορούν παγκόσμια

προβλήματα , όπως την υγεία και το περιβάλλον , έτσι ώστε να οδηγηθούμε σε ένα βιώσιμο μέλλον (Sahin&Mohr-Schroeder, 2019).

Το μεγαλύτερο μέρος της ακαδημαϊκής κοινότητας αποδέχεται τους παραπάνω ισχυρισμούς. Υπάρχουν όμως ερευνητές και μελετητές , που αμφισβητούν τη θέση ότι το κίνημα STEM , εξυπηρετεί τα δημόσια συμφέροντα.Αντιμετωπίζουν το STEM ως μια κίνηση που δημιουργήθηκε μέσα από τη νεοφιλελεύθερη ιδεολογία που εξυπηρετεί τα συμφέροντα των επιχειρήσεων για να γίνουν πιο ανταγωνιστικές και να αυξήσουν τα κέρδη τους (Weinstein, Blades & Gleason , 2016).Αμφισβητούν τη συμβολή του σε θέματα εθνικής ασφάλειας καθώς και ότι προσφέρει εργασιακές ευκαιρίες και συμβάλλει στην ευημερία του ατόμου , αρά τελικά και του έθνους (Chesky &, Wolfmeyer , 2015). Όσον αφορά την εκπαίδευση , υπάρχουν έρευνες που δείχνουν ότι η άκριτη χρήση της τεχνολογίας στην εκπαίδευση έχει δημιουργήσει περισσότερα προβλήματα από όσα έχει επιλύσει.Παρά την προπαγάνδα των εταιρειών υψηλής τεχνολογίας , έρευνα έχει δείξει ότι η τεχνολογία στην εκπαίδευση έχει υπάρξει αντιπαραγωγική(Woodard , 2019). Επίσης , υπάρχουν έρευνες που υποστηρίζουν ότι η εκπαίδευση STEM , προωθεί την τραπεζική αντίληψη της εκπαίδευσης , αφού προωθεί την απομνημόνευση δεξιοτήτων , οι οποίες δεν αποτελούν δεξιότητες ενεργού πολίτη.Επιπλέον δεν προωθεί τη διαλογική διδασκαλία και τον επιστημονικό κριτικό γραμματισμό , που είναι βασικές προϋποθέσεις για την δημοκρατία σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο (Ganem,2018).

4.2 Νεοφιλελεύθερες αλλαγές στην εκπαίδευση: Θετικισμός, Επιστημονισμός και Αλλοτρίωση

Ο David Harvey , στο βιβλίο του <<A Brief History of Neoliberalism>> , υποστηρίζει ότι ο νεοφιλελευθερισμός οδηγεί <<στην παλινόρθωση της ταξικής ισχύος>> ,εννοώντας τη μετατόπιση του πλούτου σε λιγότερο από το 0,1% της ανώτερης οικονομικά τάξης(Harvey , 2005). Τι είναι όμως ο νεοφιλελευθερισμός; Είναι μια πολιτική και οικονομική ιδεολογία , η οποία υποστηρίζει ότι η ανάπτυξη του ατόμου και της κοινωνίας θα επέλθει με την απελευθέρωση της αγοράς εργασίας και την ελεύθερη διακίνηση προϊόντων , κεφαλαίου , ανθρώπινου εργατικού δυναμικού (Harvey,2005).Η εφαρμογή πολιτικών που ευνοούν τα παραπάνω , προωθούν την ατομικότητα και το προσωπικό συμφέρον (Peters,2001) και συγχρόνως ενισχύεται η έννοια της ατομική ευθύνη. Η

φτώχεια , η ανεργία και οι ανισότητες , παύουν να είναι θέμα πολιτικών και οικονομικών πολιτικών του κράτους , αλλά έχουν τη σφραγίδα της ατομικής ευθύνης (Martinez and García 2000) .Το άτομο είναι υπεύθυνο που δεν έχει τα κατάλληλα προσόντα για να εργαστεί , να αναπτυχθεί και να ανέλθει κοινωνικά και οικονομικά . Παράλληλα υποβαθμίζονται οι έννοιες της συλλογικότητας και του δημοσίου αγαθού (Harvey, 2005).

Σύμφωνα με τη θεωρία του οικονομολόγου Theodor Schultz , το ανθρώπινο κεφάλαιο περιλαμβάνει τις διανοητικές ικανότητες ενός ατόμου , είτε έμφυτες είτε επίκτητες ,δηλαδή γνώσεις , δεξιότητες και ειδικεύσεις.Ήταν ο πρώτος που απέδωσε οικονομική σημασία στους παραπάνω όρους , και θεώρησε ότι αποτελούν την αποδοτικότερη μορφή επένδυσης για την οικονομική ανάπτυξη μιας χώρας(Schultz, T.W. , 1961) Η εκπαίδευση STEM εμπνέεται από την θεωρία του ανθρώπινου κεφαλαίου.Έχει αναλάβει την προετοιμασία των μελλοντικών απασχολούμενων , εφοδιάζοντάς τους με δεξιότητες προσαρμοσμένες στη σημερινή αγορά εργασίας και τους καθοδηγεί ώστε να μετατραπούν σε υπάκουους εργαζομένους, μη ενεργούς πολίτες , που αντιμετωπίζονται ως απλοί καταναλωτές.Έτσι αντιμετωπίζει τους μαθητές ως παθητικά αντικείμενα , απλούς δέκτες της πληροφορίας , που τους αποκλείει από το ρόλο του ενεργού φορέα της αλλαγής. Όπως αναφέρουν οι Hyslop-Margison και Tayler (2009) , αυτού του τύπου η εκπαίδευση είναι ιδεολογική και αντιδημοκρατική , αφού αφαιρεί τη δυνατότητα αλλαγής των σημερινών συνθηκών , αλλά επικεντρώνεται εξ' ολοκλήρου στην παραγωγή ανθρώπινου κεφαλαίου για την εξυπηρέτηση των αναγκών της αγοράς.

4.3 Έλλειψη εργαζόμενων STEM

Βασικό επιχείρημα των υποστηρικτών της εκπαίδευσης STEM αποτελεί η αδυναμία του σημερινού εκπαιδευτικού συστήματος να παράγει εργαζομένους που να μπορούν να καλύψουν τις κενές θέσεις σε τομείς STEM .Επομένως απόφοιτοι με γνώσεις στον τομέα STEM , μπορούν να απορροφηθούν από την αγορά εργασίας και μάλιστα με υψηλούς μισθούς (Kenney,2018).

Εξετάζοντας, όμως, τα στατιστικά στοιχεία του <<Bureau of Labor Statistic(BLS)>>, η εικόνα που προκύπτει δεν επαληθεύει την επικρατούσα άποψη για την μη κάλυψη κενών θέσεων εργασίας STEM.Τα στοιχεία που προέκυψαν ήταν τα εξής:

Στις ΗΠΑ , το 2014 , 19,5 εκατόμμυρια αποφοίτων είχαν πτυχία σχετικά με το STEM , όμως μόνο 5,4 εκατομμύρια απασχολούνταν σε αντίστοιχους τομείς (Hacker ,2016).

Οι νέοι εργαζόμενοι , με πτυχίο STEM , δεν καταλαμβάνουν συνήθως , νέες θέσεις εργασίας , αλλά καλύπτουν κάποια θέση που αδειάζει από άλλον εργαζόμενο.

Το Γραφείο Στατιστικής Εργασίας, το 2013 , προέβλεψε ότι στις ΗΠΑ ,μέχρι το 2022 θα είχαν δημιουργηθεί 130.400 θέσεις εργασίας σχετικές με μηχανικούς στον τομέα STEM .Όμως οι απόφοιτοι των αντίστοιχων τμημάτων θα ήταν 860.000 , μέχρι την ίδια χρονιά.Είναι προφανές ότι η προσφορά είναι τελικά πολύ μεγαλύτερη από τη ζήτηση , γεγονός που ευνοεί τους εργοδότες , οι οποίοι θα μπορούν να προκαλέσουν μείωση μισθών.Η κατάσταση σε άλλες χώρες , όπως αποκαλύπτει η έρευνα είναι παρόμοια. Στη Λιθουανία για παράδειγμα περίπου το 60% των αποφοίτων STEM ,καταφέρνει να εργαστεί σε σχετικό τομέα , 12 μήνες μετά την αποφοίτησή του.

Άλλο επιχείρημα υπέρ της εκπαίδευσης STEM, είναι το θέμα της ασφάλειας και της οικονομικής δύναμης των εθνών, στην οποία ο αριθμός εργαζομένων STEM , έχει σημαντικό ρόλο(Sahin & Mohr - Schroeder , 2019). Αν ένα κράτος παράγει περισσότερους εργαζομένους συγκριτικά με αυτούς που έχει ανάγκη η αγορά εργασίας , αυτό θα οδηγήσει σταδιακά σε ένα πιο παραγωγικό , άρα και καταναλωτικό μοντέλο , το οποίο καθιστά το έθνος πιο ανταγωνιστικό στην παγκόσμια αγορά.Το παραπάνω επιχείρημα αντικρούει ο Weinstein(2016) , υποστηρίζοντας ότι στο πλαίσιο του νεοφιλελεύθερου καπιταλισμού , ο κόσμος ολόκληρος είναι μια ενιαία αγορά , οι περισσότερες εταιρείες γίνονται πολυεθνικές και το κεφάλαιο δεν περιορίζεται στα σύνορα ενός έθνους.Οι πολυεθνικές εταιρείες στηρίζουν την ασφάλεια και την ανταγωνιστικότητα , όχι των εθνών , αλλά τη δική τους , μεταφέροντας την παραγωγική τους δύναμη , όπου το εργατικό δυναμικό είναι φθηνό , βάζοντας το κέρδος πάνω από όλα (Bakan,2011).

Επιπλέον η εξέλιξη της πληροφορικής , έχει οδηγήσει στην μηχανογράφηση πολλών εργασιών στον τομέα της τεχνολογίας και συνεπώς σε τομείς STEM.Επομένως οι προβλέψεις για θέσεις εργασίας που μπορεί να ανοίξουν τα επόμενα χρόνια σε αυτό τον τομέα , δεν είναι ασφαλείς , αφού πολλές από τις ήδη υπάρχουσες θέσεις εργασίας ,στο μέλλον μπορεί να αντικατασταθούν από λογισμικά και αλγόριθμους μηχανών.Δεν

αποδεικνύεται λοιπόν κάποια γραμμική συσχέτιση μεταξύ της εκπαίδευσης STEM και της αγοράς εργασίας (Deming & Noray, 2018).

4.4 Εκπαίδευση Stem Ανθρωπιστικές Επιστήμες

Η προώθηση της εκπαίδευσης STEM , έχει αφήσει στο περιθώριο τις ανθρωπιστικές επιστήμες , την τέχνη και άλλες κοινωνικές σπουδές. Πολλοί χαρακτηρίζουν << αυτοκτονία καριέρας>> , την ενασχόληση με τις κοινωνικές επιστήμες. Αυτός ο αποκλεισμός , έχει πολλαπλές επιπτώσεις που μας βοηθούν να κατανοήσουμε τι προσπαθεί να επιτύχει η τρέχουσα εργαλειακή εκπαιδευτική πολιτική και οι εφαρμογές STEM , υπερ της άρχουσας τάξης και των εταιρειών.

Ακόμη και ορισμένοι συγγραφείς , οι οποίοι συντάσσονται με τη νεοφιλελεύθερη ιδεολογία , αναγνωρίζουν ότι η υποβάθμιση των κοινωνικών , ανθρωπιστικών επιστημών και της τέχνης εγκυμονεί κινδύνους για το μέλλον (Woodard, 2019).Ο Ganem(2018) , υποστηρίζει ότι η εκπαίδευση στα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες , θα έπρεπε να είναι διασυνδεδεμένη με τις τέχνες και τις κοινωνικές επιστήμες , κάτι το οποίο δεν συμβαίνει μέσω της σημερινής εκπαίδευσης STEM , η οποία είναι προσανατολισμένη να καλλιεργεί δεξιότητες και όχι να παράγει ολοκληρωμένη μόρφωση.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι αυτός ο αποκλεισμός δεν αφορά τους μαθητές/τριες όλων των κοινωνικών τάξεων.Αφορά κυρίως τους/τις μαθητές/τριες των περιοχών με χαμηλό εισόδημα , μιας και το σύστημα τους προορίζει πιθανότητα για αντικαταστάτες των θέσεων εργασίας των γονέων τους στην εργατική τάξη . Έτσι τους παρέχει δεξιότητες , που θα τους καταστήσουν ευέλικτους , πειθήνιους εργαζόμενους και παθητικούς πολίτες . Σε αυτούς τους/τις μαθητές/τριες δεν αξίζει και δεν συμφέρει το σύστημα να τους παρέχει μαθήματα μουσικής , τέχνης και κοινωνικών επιστημών (Ganem , 2018).Δεν ισχύει το ίδιο για μαθητές εύπορων οικογενειών , όπου τόσο στα ιδιωτικά όσο και στα δημόσια σχολεία έχουν πρόσβαση στις τέχνες.

Υπάρχει πλήθος ερευνών που δείχνουν ότι η υποβάθμιση των ανθρωπιστικών επιστημών και των τεχνών αποτελεί μέρος της ατζέντας του STEM , όπου η προσέγγιση που ακολουθείται με βάση τις αρχές της νεοφιλελεύθερης αγοράς, αποτελεί ζήτημα για τη δημοκρατία και την κοινωνική δικαιοσύνη (Weinstein ,2016). Τα περισσότερα προβλήματα του 21ου αιώνα είναι κοινωνικά , ηθικά , πολιτιστικά και λιγότερο τεχνικά , σε αντίθεση με τους ισχυρισμούς των υποστηρικτών της εργαλειακής εκπαίδευσης STEM

(Vaitekaitis, 2020). Ένας μεγάλος αριθμός εργαζομένων , με υψηλά προσόντα STEM , χωρίς τις απαραίτητες αξίες ηθικής , δημοκρατίας , ισότητας , κοινωνικής δικαιοσύνης αποτελεί ανησυχητικό φαινόμενο για ένα βιώσιμο μέλλον για την ανθρωπότητα.

Ως παράδειγμα , αναφέρουμε την περίπτωση των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων (ΓΤΤ). Το τεχνικό - μηχανικό κομμάτι αφορά την εφαρμογή της επιστήμης και της τεχνολογίας στην πραγματοποίηση της γενετικής αλλαγής. Όμως το ζήτημα ,για το πόσο τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα είναι ωφέλιμα και συμβάλλουν στην ανθρώπινη ευημερία ,είναι πρωτίστως ηθικό και εμπίπτει στον τομέα των κοινωνικών επιστημών. Η προσέγγιση STEM που είναι προσανατολισμένη στην αγορά , εστιάζει πως θα αυξηθεί η παραγωγή με ταυτόχρονη μείωση του κόστους , ώστε να αυξηθούν τα κέρδη της εταιρείας , που ενδεχομένως μπορεί να χρηματοδοτεί και την έρευνα. Το κέρδος σε αυτή την περίπτωση , θέτει στο περιθώριο μακροχρόνιες εκπαιδευτικές αξίες , όπως η συλλογική ευημερία. Μια εκπαίδευση STEM , προσανατολισμένη στις ανθρώπινες αξίες θα έθετε πρώτα το ηθικό ζήτημα της γενετικής τροποποίησης τροφίμων ή την προώθηση της κατανάλωσης τροφίμων , όταν η παχυσαρκία παοτελεί ασθένεια του δυτικού κόσμου , ενώ σε άλλα μέρη του κόσμου το πρόβλημα του υποσιτισμού οδηγεί στο θάνατο εκατομμύρια πολίτες.

Όπως αναφέρει ο Darder :

<<Η ευρέως διαδεδομένη προώθηση του STEM είναι μια αντεπαναστατική κίνηση με σκοπό την καταστολή πιο κρίσιμων ακαδημαϊκών πεδίων, όπου η ανοιχτή ενασχόληση με μεγαλύτερα ανθρώπινα ζητήματα, ιδιαίτερα σε σχέση με την πολιτική, τη φτώχεια και τις φυλετικές ανισότητες, θα ήταν πιο πιθανό να συζητηθεί. Παρακολούθησα, τα τελευταία 30 χρόνια, τον τρόπο με τον οποίο το STEM, ως έργο υπό τον νεοφιλελευθερισμό, έχει κινηθεί προς την επέκταση ενός επιστημονισμού, όπου τα προβλήματα είναι βαθιά εστιασμένα και χωρισμένα από το πλαίσιο και οι απόλυτες και αφηρημένες λύσεις παρουσιάζονται ως πανάκεια>> (Darder , 2020,σελ. 30).

4.5 Επιστημονική εκπαίδευση STEM και Δημοκρατία

Με την διάδοση της εκπαίδευσης STEM, έχουν προκύψει μια σειρά από ερωτήματα:

-Είναι η τεχνολογία ωφέλιμη ή επιβλαβής για την ανάπτυξη των μαθητών/τριών;

-Τι σημαίνει η εκπαίδευση STEM για τη δημοκρατία και την ιδιότητα του πολίτη;

Το τυποποιημένο πρόγραμμα σπουδών και η αξιολόγηση προωθούν σιωπηρά την απομνημόνευση και κινούνται στη λογική της τραπεζικής εκπαίδευσης (Chesky & Wolfmeyer, 2015). Ο Ganem (2018) προσδιορίζει το STEM ως ψευδοεπιστήμη και ισχυρίζεται ότι οι υποστηρικτές των νεοφιλελεύθερων αλλαγών στην εκπαίδευση, συμπεριλαμβανομένου του STEM, θέλουν να παράγουν υποταγμένους πολίτες, χωρίς κρίση και υπάκουους εργαζόμενους, που προσαρμόζονται εύκολα στις συνθήκες της σημερινής κατάστασης, χωρίς διάθεση να την αλλάξουν. Αυτή η προσέγγιση στη μάθηση, για παράδειγμα, θέλει να παράγει ικανούς προγραμματιστές λογισμικού και μηχανικούς υπολογιστών που είναι ικανοί να αναπτύξουν αλγόριθμους για τη συλλογή πληροφοριών για πολίτες, αλλά δεν μπορούν ή δεν θέλουν να ρωτήσουν εάν είναι παράνομο και ανήθικο να συλλέγονται αυτές οι πληροφορίες χωρίς τη συγκατάθεση των πολιτών.

Η συμβολή του Dewey στη σύνδεση μεταξύ δημοκρατίας και εκπαίδευσης είναι σημαντική, καθώς υποστηρίζει ότι η δημοκρατία μπορεί να οικοδομηθεί και να διατηρηθεί καλύτερα μέσω της επιστημονικής μεθόδου και της επιστημονικής εκπαίδευσης, καθώς απορρίπτει όλες τις δογματικές προσεγγίσεις. Από αυτή την άποψη, η επιστημονική μέθοδος είναι η κινητήρια δύναμη της προόδου τόσο για την ατομική όσο και για την κοινωνική ζωή. Ωστόσο, η οπτική του αγκαλιάζει άκριτα τον επιστημονικό ορθολογισμό που βασίζεται στα ιδανικά του Διαφωτισμού. Κοινωνικοπολιτικές εμπειρίες όπως η άνοδος του φασισμού στην ηπειρωτική Ευρώπη, υποχρέωσαν τα μέλη της σχολής της Φρανκφούρτης να αναθεωρήσουν κριτικά τα ιδανικά του Διαφωτισμού, συμπεριλαμβανομένου του επιστημονικού ορθολογισμού. Ένα μέλος της σχολής της Φρανκφούρτης, ο Marcuse (2013), υποστήριξε ότι η επιστημονική μέθοδος (θετικισμός) μπορεί να μην είναι πάντα προοδευτική και να οδηγεί σε ελεύθερη σκέψη, αλλά θα μπορούσε να γίνει μια ιδιαίτερα καταπιεστική δύναμη. Επιπλέον, η επιστήμη μπορεί εύκολα να διαχειριστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να μετατραπεί σε ψευδοεπιστήμη στα χέρια των ελίτ εξουσίας, για να δικαιολογήσουν και να συνεχίσουν την ηγεμονική τους δύναμη. Υπό αυτή την έννοια, είναι απαραίτητο να αμφισβητηθεί η επικρατούσα υπόθεση ότι το STEM είναι ουδέτερο και απαλλαγμένο από ιδεολογία. Ο ρόλος λοιπόν της κριτικής παιδαγωγικής στο STEM είναι να αποκαλύψει τις καταπιεστικές της δυνατότητες.

Η ηγεμονική κουλτούρα STEM επιβάλλει μια ορισμένη παιδαγωγική προσέγγιση στην εκπαίδευση των επιστημών. Οι Zeidler, Herman, and Sadler (2019) ορίζουν την τρέχουσα εκπαίδευση STEM ως χρηστική, δεδομένου ότι στοχεύει στην καλλιέργεια μόνο του λειτουργικού γραμματισμού και άσχετη με τη βιωματική εμπειρία των μαθητών. Μετατρέπει την εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών σε μια στενή διαδικασία προετοιμασίας για την εργασία. Σε ευθυγράμμιση με τη νεοφιλελεύθερη ιδεολογία, η θετικιστική και τεχνοκρατική φύση της εκπαίδευσης STEM διαχωρίζει τις αξίες από τα γεγονότα και αποκλείει το κοινωνικοπολιτισμικό και κοινωνικοπολιτικό πλαίσιο της εκπαίδευσης των επιστημών. Για παράδειγμα ζητήματα όπως η κλωνοποίηση ζώων, η υπερθέρμανση του πλανήτη, τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα δεν είναι μόνο επιστημονικά αλλά και ηθικά.

4.6 Κριτική παιδαγωγική και εκπαίδευση STEM

Σύμφωνα με τις αναφορές που έγιναν, η εκπαίδευση STEM και η εκπαίδευση για κοινωνική δικαιοσύνη, φαίνονται να είναι σε πλήρη αντίθεση μεταξύ τους. Στη συνέχεια παρατίθεται απόψεις που διερευνούν τη δυνατότητα συνδυασμού αυτών των δύο, με σκοπό την ανάπτυξη μια θεωρίας, όπου η εκπαίδευση STEM μπορεί να είναι προσανατολισμένη στην εξάλειψη των κοινωνικών ανισοτήτων.

Οι βασικές αρχές της κριτικής παιδαγωγικής μπορούν να εφαρμοστούν στην επιστήμη και τα μαθηματικά, και επομένως στην εκπαίδευση STEM. Οι μελετητές της κριτικής παιδαγωγικής στην εκπαίδευση των μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών, έχουν επισημάνει ότι είναι δυνατό να διδάξουμε την κοινωνική δικαιοσύνη μέσω της εκπαίδευσης των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών (δηλ. Barton, 1998-Gutstein, 2006). Για παράδειγμα, η μελέτη των μαθηματικών, σύμφωνα με τον Gutstein (2003), παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να κατανοήσουν τις σχέσεις εξουσίας, τις ανισότητες στην κατανομή των πόρων και τις διαφορετικές ευκαιρίες μεταξύ διαφορετικών κοινωνικών ομάδων και «να εξετάσουν αυτά τα διάφορα φαινόμενα τόσο στην άμεση ζωή όσο και στον ευρύτερο κοινωνικό κόσμο». Η εφαρμογή όμως μιας αντικαταπιεστικής και εξανθρωπιστικής εκπαίδευσης στον τομέα STEM, συνοδεύεται από μια σειρά προκλήσεων, όπως ζητήματα επαγγελματικού και πνευματικού υπόβαθρου του

εκπαιδευτικού, παιδαγωγικής διαμόρφωσης και ικανότητας, γνώσης περιεχομένου καθώς και θεσμικής και μαθητικής αντίστασης (Kenney , 2018· Kumashiro, 2001).

Η κριτική παιδαγωγική δεν είναι ευπρόσδεκτη σε σχολεία που αποικίζονται από εταιρικές ατζέντες και πολιτικές και εφαρμογές που καθοδηγούνται από την αγορά (Avcı, 2018). Επομένως η εφαρμογή της , απαιτεί έναν εκπαιδευτικό που πρώτα αντιλαμβάνεται και μετά αντιδρά στο καταπιεστικό και αντιδημοκρατικό εκπαιδευτικό σύστημα και δεσμεύεται για την εφαρμογή εκπαιδευτικών πρακτικών προσανατολισμένων στην ελευθερία και στην δικαιοσύνη.(Kumashiro, 2001). Πρέπει όμως να γίνεται διάκριση μεταξύ των διαφόρων προσεγγίσεων STEM για την κοινωνική δικαιοσύνη. Η τρέχουσα πρακτική ασχολείται πρωτίστως με τη δημιουργία οδών μέσω των οποίων τα άτομα μπορούν να αποκτήσουν πρόσβαση στην οικονομία και να βιώσουν την κοινωνική κινητικότητα, διατηρώντας όμως τις δομές της υπάρχουσας διαστρωματωμένης κοινωνίας.

Το κίνητρο και η δέσμευση του δασκάλου είναι απαραίτητα αλλά όχι αρκετά. Το τρέχον σύστημα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών , προετοιμάζει τους εκπαιδευτικούς όχι για μια εξανθρωπιστική, ενδυναμωτική και διαλογική εκπαίδευση, αλλά για μια διδασκαλία τραπεζικής εκπαίδευσης , καλύπτοντας το σεναριακό - διδακτικό περιεχόμενο σπουδών και προετοιμάζοντας τους μαθητές για τυποποιημένη εκπαίδευση. Κατά συνέπεια, η άσκηση της κριτικής παιδαγωγικής στο εκπαιδευτικό πλαίσιο STEM απαιτεί την υπέρβαση της διανοητικής ικανότητας των περισσότερων εκπαιδευτών. Επιπλέον, η άσκηση της κριτικής παιδαγωγικής στο STEM θα απαιτούσε την ενσωμάτωση πολιτικών και ηθικών αξιών στη διδασκαλία ως επιστημονικά ζητήματα και, ταυτόχρονα, ως κοινωνικών και ηθικών ζητημάτων. Στη συνέχεια, η πνευματική διαμόρφωση των εκπαιδευτών θα πρέπει να υπερβαίνει το διδακτικό τους αντικείμενο και το επίσημο πρόγραμμα σπουδών.

Ο Ganem(2018), θεωρεί ότι η σημερινή εκπαίδευση STEM, απέχει πολύ από το να είναι μια αυθεντική επιστήμη , αλλά αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα ψευδοεπιστήμης. <<Στη σύγχρονη εποχή, η ψευδοεπιστήμη είναι η τέλεια απάτη επειδή οι περισσότεροι άνθρωποι εμπιστεύονται την επιστήμη, αλλά λίγοι την καταλαβαίνουν. Όλες οι απάτες λειτουργούν χρησιμοποιώντας την ίδια φόρμουλα-κερδίζουν την εμπιστοσύνη των θυμάτων και, στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας την εμπιστοσύνη, τα παρακινούν να υποστηρίξουν πρόθυμα τον απατεώνα >>(Ganem ,2018,σελ. 238). Η πρόταση του Ganem (2018) , για να μπορέσουν οι εκπαιδευτικοί-μαθητές να προσδιορίσουν το STEM ως

ψευδοεπιστήμη και να ασχοληθούν με την αυθεντική επιστήμη και τα μαθηματικά , βασίζεται στο μοντέλο προβληματισμού του Freire , το οποίο μπορεί να αποτελέσει μια αποτελεσματική παιδαγωγική στην περίπτωση του STEM. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο , οι μαθητές ενθαρρύνονται να συσχετίσουν τη μάθηση με την κοινωνία τους και με το ευρύτερο σύστημα. Το μοντέλο προβληματισμού είναι μέρος της διαλογικής παιδαγωγικής μέσω της οποίας ο δάσκαλος δημιουργεί οριζόντιες σχέσεις με τους μαθητές που επιτρέπουν τόσο στους εκπαιδευτικούς όσο και στους /στις μαθητές/τριες να συμμετέχουν στη διαδικασία διδασκαλίας-μάθησης της εκπαίδευσης STEM που επικεντρώνεται σε γενικά κοινωνικά ζητήματα και ανθρώπινες εξελίξεις .Η εξάσκηση της κριτικής παιδαγωγικής στο πλαίσιο STEM, είναι ένα σύνολο αντι-ηγεμονικών διδακτικών πρακτικών για τον εκδημοκρατισμό της ζωής στην τάξη και τη μεταφορά της τάξης σε μια κοινότητα μαθητών/τριών. Για να είναι σε θέση να εκδημοκρατίσει τη ζωή στην τάξη και να δημιουργήσει μια κοινότητα, η διαλογική παιδαγωγική, η εκπαίδευση που βασίζεται στην έρευνα και η συνεργατική μάθηση θα πρέπει να ενσωματωθούν σε μέρος των καθημερινών πρακτικών διδασκαλίας-μάθησης στην τάξη.

4.7 Διαλογική παιδαγωγική- Συνεργατική μάθηση

Ο διάλογος ως παιδαγωγική κατέχει κεντρική θέση στο έργο του Freire (Freire, 2000) και παρέχει μια στέρεη βάση για την σημασία του στην εκπαίδευση. Επίσης η θεωρία της επικοινωνιακής δράσης του Habermas (Habermas, 1984, 1987) παρέχει ένα συμπληρωματικό πλαίσιο για να θεωρηθεί ο διάλογος ως βασικό συστατικό της χειραφετητικής παιδαγωγικής.

Ο όρος διάλογος χρησιμοποιείται ευρέως σε όλη την εκπαιδευτική βιβλιογραφία και μπορεί να οδηγήσει σε σύγχυση και παρανόηση σχετικά με τις επιπτώσεις του. Γι'αυτό, είναι απαραίτητο να γίνει διάκριση της έννοιας του διαλόγου στο πλαίσιο της κριτικής εκπαίδευσης (STEM) από τις παραδοσιακές , εργαλειακές προσεγγίσεις του διαλόγου. Μπορούμε να χωρίσουμε τις διαλογικές προσεγγίσεις σε δύο κύριες κατευθύνσεις σκέψης:

Ο διάλογος ως επικοινωνιακός ορθολογισμός (κριτική παιδαγωγική)

Η διαλογική παιδαγωγική προωθεί δημοκρατικά τις οριζόντιες σχέσεις δασκάλου-μαθητή , προωθεί την κριτική και δημιουργική σκέψη και είναι

απελευθερωτική ,βοηθώντας τους μαθητές να αναπτύξουν επικοινωνιακή ικανότητα και κριτική συνείδηση. Η ουσία αυτής της προσέγγισης είναι ότι αναζητά τρόπους δημιουργίας μη κυρίαρχων επικοινωνιών και σχέσεων σε ένα εκπαιδευτικό πλαίσιο προσανατολισμένο προς τον κριτικό αλφαριθμητισμό και την εξανθρωπιστική εκπαίδευση. Ο διάλογος, επομένως, δεν είναι μόνο ένας αποτελεσματικός τρόπος μάθησης, αλλά και αυτοσκοπός. Ως εκ τούτου, ο Freire θεωρεί ότι ο διάλογος είναι μια υπαρξιακή αναγκαιότητα (Freire, 2000).

Ο διάλογος ως εργαλειακός ορθολογισμός (τραπεζική αντίληψη της εκπαίδευσης)

Η άλλη προσέγγιση ,βλέπει τον διάλογο μέσα από ένα πρίσμα τεχνικού (εργαλειακού) ορθολογισμού, θεωρώντας ότι είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος μετάδοσης προσυσκευασμένης γνώσης στους μαθητές/τριες. Ο Habermas (1984) θεωρεί αυτή τη μορφή επικοινωνίας, στην οποία επιβάλλεται στους μαθητές μια προκαθορισμένη ατζέντα, ως εσφαλμένη. Ομοίως, ο Freire την ορίζει ως «τραπεζική» εκπαίδευση - μια καταπιεστική παιδαγωγική στην οποία μια αντιδιαλογική διαδικασία παράγει και διαδίδει μια απάνθρωπη εκπαίδευση (Darder, 2002-Freire, 2013-McLaren & Kincheloe, 2007).

Η εμπειρική έρευνα δείχνει ότι στην εκπαίδευση των μαθηματικών και των θετικών επιστημών, οι δάσκαλοι τείνουν να χρησιμοποιούν εξουσιαστικό ,μη διαλογικό λόγο , καθώς έτσι διευκολύνεται η μετάδοση αξιωμάτων και θεωρημάτων (Alexander, 2005-Mortimer & Scott, 2003- Scott,Mortimer, & Aguiar, 2006). . Αυτό ισχύει και για την εκπαίδευση STEM (Ganem, 2018-Kenney, 2018-Kumashiro, 2001). Όμως ορισμένες έρευνες και θεωρητικές μελέτες βασισμένες στην τάξη υποδηλώνουν ότι η διαλογική και συνεργατική μάθηση βελτιώνει την ποιότητα της μάθησης των μαθηματικών των μαθητών (Avcı, 2019a, 2019b-Avcı, 2020-Horn, 2014).

Υπάρχουν, επίσης, θεωρητικές προσεγγίσεις ,όπως η θεωρία της κοινωνικής εποικοδομητικής μάθησης του Vygotsky , που συνδυάζει το διάλογο, τη συνεργασία και την διερεύνηση σε μια τάξη. Σύμφωνα με τη θεωρία της ζώνης εγγύτερης ανάπτυξης (ZPD), οι πνευματικές ικανότητες ενός/μιας μαθητή/τριας διαφέρουν δραστικά όταν εκτελεί μόνος του σε σύγκριση με όταν εκτελεί με τη βοήθεια του δασκάλου ή ενός πιο ικανού συμμαθητή/τριας σε εργασία σε μικρές ομάδες .Σε αυτό το πλαίσιο, οι εκπαιδευτές STEM μπορούν να ορίσουν τη διαδικασία μάθησης ως συνεργατική και να διευκολύνουν τη συνεργατική μάθηση σε μικρές ομάδες.Η θεωρία αυτή έχει επίδραση και στη σχέση

εκπαιδευτικού και μαθητή/τρια. Όπως επισημαίνει ο Wells (1999), η ZPD μετατοπίζει τον δάσκαλο από «διανομέα γνώσης και αποδέκτη βαθμών» σε «συμμαθητή/τρια του οποίου η κύρια ευθύνη είναι να ενεργεί ως ηγέτης μιας κοινότητας αφοσιωμένης στη συνοικοδόμηση της γνώσης». εν ολίγοις, ο δάσκαλος μαθαίνει μαζί με τους/τις μαθητές /τριες του (σελ. 331). Με αυτόν τον τρόπο, ο εκπαιδευτής STEM μπορεί να βελτιώνει συνεχώς τις γνώσεις περιεχομένου και την παιδαγωγική του διαμόρφωση ώστε να μπορεί να ασκεί κριτική παιδαγωγική στα μαθήματα STEM.

Σε μια διαλογική τάξη αναπτύσσονται αλληλεπιδράσεις όχι μόνο μεταξύ του δασκάλου και των μαθητών/τριών , αλλά και μεταξύ των συμμαθητών/τριών. Στην κριτική παιδαγωγική, σύμφωνα με τον Shor (1987, σ. 95), ο διάλογος είναι τόσο «η μορφή μελέτης» όσο και «ένα δημοκρατικό μοντέλο» των σχέσεων δασκάλου-μαθητή και συνομηλίκων. Η διαλογική διδασκαλία και μάθηση συνδέονται στενά με τη συνεργατική και διερευνητική εκπαίδευση, στην οποία λαμβάνει χώρα διάλογος μεταξύ των μαθητών/τριών και του εκπαιδευτικού και μεταξύ των μαθητών/τριών (Shor, 1987). Επομένως, η εφαρμογή του διαλόγου ως επικοινωνιακού ορθολογισμού στην εκπαίδευση STEM μπορεί να είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για τους εκπαιδευτικούς να αντιμετωπίσουν τη νεοφιλελεύθερη εκπαίδευση STEM. Μέσω της διαλογικής παιδαγωγικής, οι εκπαιδευτές STEM μπορούν να αναπτύξουν ένα πλαίσιο (Kitcher, 2003) προς την εξανθρωπιστική διδασκαλία που θεωρεί την εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών ως κοινωνική δραστηριότητα, ενσωματώνει ηθικές και δημοκρατικές αξίες στην εκπαίδευση STEM και στοχεύει όχι μόνο στον λειτουργικό γραμματισμό αλλά και στον κριτικό γραμματισμό (Chen , 2016). Καθώς η διαλογική παιδαγωγική επιτρέπει μη ιεραρχικές και οριζόντιες σχέσεις μαθητή/τριας -δασκάλου, οι μαθητές/τριες στις τάξεις STEM μπορούν να αμφισβητήσουν τι μαθαίνουν και οι δάσκαλοι μπορούν να υπερβούν την επίσημη σειρά και σειρά του προγράμματος σπουδών. Για παράδειγμα, οι δάσκαλοι μπορούν να διευκολύνουν συζητήσεις σε ολόκληρη την τάξη που αμφισβητούν την εταιρική συμμετοχή στο εκπαιδευτικό κίνημα STEM και να διερευνήσουν τις εκμεταλλευτικές και καταπιεστικές δυνατότητες της νεοφιλελεύθερης εκπαίδευσης STEM καθώς και τις δυνατότητες μιας εξανθρωπιστικής εκπαίδευσης για τα μαθηματικά και τις επιστήμες προσανατολισμένη στο δημόσιο συμφέρον.

Επομένως η διερεύνηση μπορεί να βοηθήσει τον εκπαιδευτή STEM να αναδείξει, μέσα από τη διαδικασία εκπαίδευσης STEM ,κοινωνικά και επιστημονικά θέματα. Μέσω της

έρευνας οι μαθητές/τριες μπορούν να ανακατασκευάσουν και να αποδομήσουν την κατανόησή τους για την επιστήμη και την κοινωνικοπολιτική και κοινωνικοοικονομική σημασία της. Ο Dewey (1916) οραματίστηκε την έρευνα ως ουσιαστικό μέρος μιας εκπαίδευσης που θα βοηθούσε τους μαθητές/τριες να γίνουν ικανοί δημοκρατικοί πολίτες. Επέκρινε ρητά το μοντέλο μεταφοράς γνώσεων: «Η εκπαίδευση δεν είναι μια υπόθεση «αφήγησης, αλλά μια ενεργή διαδικασία κατασκευής» (σελ. 38). Ο Dewey οραματίστηκε την έρευνα ως μια συλλογική δραστηριότητα και μια διαδικασία με την οποία κάποιος γίνεται μέλος μιας κοινότητας.

Η μετατροπή μιας τάξης STEM σε κοινότητα είναι κεντρικής σημασίας για τη διαλογική διδασκαλία. Μια κοινότητα διερεύνησης προωθεί την ατομική και κοινωνική δράση καθώς συνδέονται διαλεκτικά. Ο Kennedy (2009) ,εμπνευσμένος από τη θεωρία του Vygotsky, υποστηρίζει ότι μέσω του διαλόγου, της έρευνας και της συνεργασίας, μια τάξη STEM μπορεί να γίνει μια κοινότητα έρευνας.

4.8 Προκλήσεις και δυσκολίες στην εφαρμογή της κριτικής παιδαγωγικής στην εκπαίδευση STEM

Στο North Carolina State University (NCSU), έχει αναπτυχθεί ένα προπτυχιακό πρόγραμμα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών με τη διπλή αποστολή να προετοιμάσει εκπαιδευτικούς δημοτικού με βαθιά γνώση του περιεχομένου και των μεθόδων στα πεδία STEM καθώς και τη δέσμευση και τις ικανότητες διδασκαλίας για κοινωνική δικαιοσύνη. Χρησιμοποιώντας ως πλαίσιο τη θεωρία της Cochran-Smith (2009) για την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών για την κοινωνική δικαιοσύνη σε συνδυασμό με τις εμπειρίες από το πρόγραμμα του NCSU ,παρουσιάζεται ένα μοντέλο για την συσχέτιση της εκπαίδευσης STEM με την δράση για κοινωνική δικαιοσύνη.(B. Sondel , J.G.Koch , S.Carrier, T.A. Walkowiak ,2017).

Στη θεωρία της ,η Cochran-Smith (2009) για την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών για την κοινωνική δικαιοσύνη, δίνει έμφαση στον ορισμό της δικαιοσύνης , που υπερβαίνει τις απλές έννοιες της «μη διάκρισης και των ίσων ευκαιριών συμμετοχής» (σελ. 450). Υποστηρίζει ότι , η δικαιοσύνη πρέπει να οριστεί με όρους που είναι δημοκρατικοί, αντικαταπιεστικοί και έχουν τις ρίζες τους στην κριτική θεωρία. Βασιζόμενη κυρίως στο έργο της κριτικής, φεμινίστριας θεωρητικής Nancy Fraser (Fraser & Honneth, 2003), η

Cochran-Smith υποστηρίζει ότι η δικαιοσύνη είναι δυνατή μόνο στο σημείο τομής μεταξύ της δίκαιης κατανομής των πόρων και της αναγνώρισης ατόμων και κοινωνικών ομάδων με βάση τον πολιτισμό, τη φυλή, το φύλο, τη θρησκεία, την εθνικότητα, τη γλώσσα, τον σεξουαλικό προσανατολισμό και την ικανότητα/αναπηρία. Επιπλέον, τα σχολεία πρέπει να προετοιμάσουν τους μαθητές/τριες να αναγνωρίσουν τις ανισότητες, και να εντοπίσουν τρόπους με τους οποίους μπορούν να συμμετάσχουν και να συμβάλουν στην αναδημιουργία μιας πιο δίκαιης και δημοκρατικής κοινωνίας. Εάν λοιπόν, ο απώτερος στόχος είναι η εκπαίδευση για τη δικαιοσύνη, τότε η Cochran-Smith υποστηρίζει, <<ότι τα προγράμματα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών πρέπει πρώτα να διαφοροποιήσουν τη διδακτική δύναμη και να προσλάβουν δασκάλους των οποίων «τα πιστεύω, οι εμπειρίες και οι αξίες τους συνάδουν με τους στόχους κοινωνικής δικαιοσύνης» (σελ. 459). Για το σκοπό αυτό, η προετοιμασία των δασκάλων για μια πρακτική προσανατολισμένη στη δικαιοσύνη δεν είναι μόνο δυνατή, αλλά και απαραίτητη, στα μαθήματα των μεθόδων STEM.

Επιπλέον, πρέπει να γίνει (επαν)εννοιολογήση της διδασκαλίας ως ένα κράμα της γνώσης περιεχομένου, του ερμηνευτικού πλαισίου, των μεθόδων διδασκαλίας και μιας αίσθησης υπεράσπισης και συμμαχίας για την συστημική αλλαγή της εκπαίδευσης και της κοινωνίας.(σελ. 454).

Όσον αφορά τον τομέα των γνώσεων, οι υποψήφιοι εκπαιδευτικοί STEM, θα πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με το σύνολο των απαραίτητων γνώσεων περιεχομένου στον τομέα STEM, έτσι ώστε να μπορούν να διδάξουν με ουσιαστικό τρόπο τους/τις μελλοντικούς/κες μαθητές/τριές τους, ασκώντας παράλληλα κριτική στο συγκεκριμένο περιεχόμενο. Επίσης είναι σημαντικό να γνωρίζουν τις γνώσεις περιθωριοποιημένων και καταπιεσμένων ομάδων που πηγάζουν από τις παραδόσεις και τις βιωμένες εμπειρίες τους, προκειμένου να οικοδομηθεί η νέα γνώση (Cochran-Smith). Η εκπαίδευση STEM δίνει τη δυνατότητα στους υποψηφίους να εντάξουν δεξιότητες που προέρχονται από τον τομέα της κριτικής παιδαγωγικής. Αυτό μπορεί να συμβεί θέτοντας ερωτήσεις,(McLaren, 2009) όπως:

<<-Τι είδους γνώση παρέχεται;

-Ποιος ωφελείται και ποιος είναι περιθωριοποιημένος;

-Ποιες άλλες προσεγγίσεις θα μπορούσαμε να ακολουθήσουμε;>>(McLaren, 2009)

Επίσης τα πεδία STEM ενισχύουν τις κρίσιμες και αναλυτικές δεξιότητες που είναι απαραίτητες για τον προβληματισμό και την αμφισβήτηση της κατασκευής της γνώσης. Οι επιστημονικές πρακτικές (NGSS, 2013), για παράδειγμα, προσφέρονται για την διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο καλλιεργείται η γνώση, τι αποτελεί απόδειξη και ποιος αποφασίζει. Επιπλέον, δίνουν τη δυνατότητα να συγκριθεί η διαδικασία ανάπτυξης της γνώσης με την κοινωνικά κατασκευασμένη «γνώση» που περιλαμβάνει στερεότυπα και προκαταλήψεις (B. Sondel, J.G.Koch, S.Carrier, T.A. Walkowiak, 2017).

Ο ρόλος των μαθηματικών είναι επίσης σημαντικός, καθώς συμβάλλουν στη διερεύνηση των διαφορετικών τρόπων προσέγγισης προβλημάτων (Koestler, 2012). Για παράδειγμα, στο μάθημα των μαθηματικών μεθόδων, οι υποψήφιοι μπορούν να εξετάσουν ποιοι είναι οι «παραδοσιακοί» αλγόριθμοι σε διάφορους πολιτισμούς σε όλο τον κόσμο και να ανακαλύψουν ότι ο παραδοσιακός αλγόριθμος στις ΗΠΑ για τη διαίρεση δεν είναι κυρίαρχος σε όλες τις χώρες. Αυτό ευνοεί τις ευκαιρίες να αναρωτηθεί κανείς πώς αποτιμάται η γνώση διαφορετικά από άτομα και ομάδες. Δραστηριότητες και συζητήσεις σαν αυτές χρησιμεύουν ως σημείο εκκίνησης για περαιτέρω διερεύνηση της στενής σχέσης μεταξύ γνώσης και πολιτισμού (B. Sondel, J.G.Koch, S.Carrier, T.A. Walkowiak, 2017).

Η εστίαση στο STEM παρέχει επίσης ευκαιρίες για τη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο η πρόσβαση στη γνώση κατανέμεται διαφορετικά και πώς αυτή η πρόσβαση εκδηλώνεται ως οικονομική ανισότητα. Εξετάζοντας απευθείας τη σύγχρονη έρευνα που αφορά την υποεκπροσώπηση σε θέσεις STEM από διάφορες κοινωνικές ομάδες και τοποθετώντας αυτό το κενό ευκαιριών σε ιστορικά πλαίσια (Mohr-Schroeder, Cavalcanti, & Blyman, 2015), οι υποψήφιοι μπορούν να κατανοήσουν ότι ο συστημικός ρατσισμός και η άνιση εκπαιδευτική πρόσβαση συνεχίζει να αναπαράγει τις φυλετικές και οικονομικές ανισότητες (Kozol, 2005, 2012). Επιπλέον, αυτή η ανάλυση θα βοηθήσει τους υποψηφίους να κατανοήσουν την ανάγκη να γίνουν προσβάσιμα τα πεδία STEM, ειδικά σε εκείνους τους/τις μαθητές/τριες που έχουν περιθωριοποιηθεί ιστορικά.

Επιπλέον, σε οποιοδήποτε πρόγραμμα STEM προσανατολισμένο στη δικαιοσύνη, οι μαθητές θα πρέπει να μάθουν για τους τρόπους με τους οποίους η επιστημονική γνώση χρησιμοποιείται για τη διαίονιση συστημάτων καταπίεσης. Για παράδειγμα, η εκμάθηση της ιστορίας του κινήματος της ευγονικής (Gould, 1996) ή σχετικά με τους τρόπους με τους οποίους οι τεχνολογικές εξελίξεις (Bigelow & Peterson, 2002) συμβάλλουν στο

χάσμα πλούτου και στη φθίνουσα μεσαία τάξη, θα μπορούσε να προσφέρει στους/στις μαθητές/τριες την ευκαιρία να απαντήσουν σε ερωτήσεις όπως, <<ποιων τα συμφέροντα εξυπηρετούνται από συγκεκριμένες μορφές γνώσης;>>.

Εκτός από τη γνώση, σύμφωνα με τη θεωρία της Cochran-Smith τα ερμηνευτικά πλαίσια, που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί, παίζουν καθοριστικό ρόλο στην λήψη αποφάσεων σχετικά με την εκπαιδευτική διαδικασία. Η άποψη που διαμορφώνεται για τους/τις μαθητές/τριες πρέπει να βασίζεται στις βιωμένες εμπειρίες των μαθητών/τριών, στα χαρακτηριστικά των κοινοτήτων από τις οποίες προέρχονται και στο γεγονός ότι η διδασκαλία είναι βαθιά εδραιωμένη σε ένα κοινωνικοπολιτικό πλαίσιο. Στα μαθήματα μεθόδων STEM, δίνεται έμφαση όχι στις ελλείψεις που έχουν οι μαθητές/τριες, αλλά στο πως θα αξιοποιηθούν οι προηγούμενες γνώσεις και εμπειρίες των μαθητών. Επίσης αναλύονται οι τρόποι με τους οποίους οι προκαταλήψεις που αναπτύσσουν οι εκπαιδευτικοί για τους μαθητές που προέρχονται από περιθωριοποιημένες ομάδες, συμβάλλουν στην ενίσχυση της ελλειψης αυτοπεποίθησης και επηρεάζουν τα επίπεδα άγχους των μαθητών/τριών, με αποτέλεσμα να υπάρχουν σημαντικές επιπτώσεις, μακροπρόθεσμα στην εξέλιξή τους. Αποτελεί στόχο του προγράμματος των υποψήφιων εκπαιδευτικών STEM, να τους προετοιμάσει ώστε να αναλύουν κριτικά τους τρόπους με τους δημιουργούνται προκαταλήψεις, οι οποίες τελικά πρέπει να αναθεωρηθούν και να μεταφραστούν σε συστημικές ανισότητες. Έτσι παρέχεται ένα πλαίσιο μέσω του οποίου μπορούν να εξεταστούν οι διάφοροι τρόποι με τους οποίους τα σχολεία έχουν τη δυνατότητα να διακρίνουν (μέσω άνισης χρηματοδότησης, διαχωρισμού, εθνοκεντρικών προγραμμάτων σπουδών) ή να διακόπτουν κύκλους ανισότητας (μέσω παιδαγωγικής σχετικής με τον πολιτισμό, πολυπολιτισμικών προγράμματα των σπουδών και προγράμματα ένταξης), (B. Sondel, J.G.Koch, S.Carrier, T.A. Walkowiak, 2017).

Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα, γίνονται προσπάθειες να αναπτυχθούν μέθοδοι διδασκαλίας, τεχνικές και δεξιότητες οι οποίες βασίζονται σε αρχές που υποστηρίζουν την κοινωνική δικαιοσύνη. Τα μαθήματα επιστημονικών μεθόδων παρέχουν πολλαπλές ευκαιρίες για την προετοιμασία των υποψηφίων να εκπαιδεύσουν τους/τις μαθητές/τριες στην επιστήμη, δίνοντας έμφαση στη σχέση μεταξύ της εκπαίδευσης των φυσικών επιστημών και της συμμετοχής του κοινού στην επιστήμη. Οι υποψήφιοι στα μαθήματα επιστημονικών μεθόδων για παράδειγμα, συζητούν τον πολιτικό σκοπό της

επιστημονικής έρευνας και τη συμβολή του επιστημονικού γραμματισμού στην τοποθέτηση και στη λήψη αποφάσεων. Κοινωνικά ζητήματα όπως η μη πρόσβαση κάποιων περιοχών σε καθαρό νερό δείχνει πώς η κατανόηση των επιστημονικών θεμάτων συμβάλλει στη λήψη αποφάσεων από το κοινωνικό σύνολο. Τα μαθήματα επιστημονικών μεθόδων είναι επίσης ένας ιδανικός χώρος για τους υποψηφίους να μάθουν τους τρόπους με τους οποίους η γνώση, συμπεριλαμβανομένης της αυστηρής επιστημονικής έρευνας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατανόηση και την αντιμετώπιση της συστημικής ανισότητας. Ζητήματα περιβαλλοντικής δικαιοσύνης όπως για παράδειγμα η τάση για δημιουργία χωματερών κοντά σε κοινότητες υψηλής φτώχειας που κατοικούνται από πληθυσμούς φυλετικών μειονοτήτων απεικονίζει τις συνδέσεις κοινωνικών θεμάτων με τομείς της επιστήμης όπως η χημεία, η οικολογία, η κλιματολογία και η γεωλογία (Bigelow & Swinehart, 2014-Dimick, 2012). Περαιτέρω, με τη μάθηση σχετικά με την κοινωνική επιχειρηματικότητα ή την «οικολογική δικαιοσύνη» στους τομείς STEM ή σχετικά με τους τρόπους με τους οποίους η πρόοδος των επιστημών ή της τεχνολογίας έχει δώσει λύσεις για κοινωνικές ασθένειες, οι υποψήφιοι μπορούν να φανταστούν πώς να βοηθήσουν τους/τις μελλοντικούς/κες μαθητές/τριες τους να εφαρμόσουν τις γνώσεις τους STEM σε ζητήματα ανισότητας και να περιηγηθούν σε θέματα που σχετίζονται με τη ζωή τους (B. Sondel, J.G.Koch, S.Carrier, T.A. Walkowiak, 2017).

Η εφαρμογή της μηχανικής στην εκπαίδευση STEM προσφέρεται επίσης για δραστηριότητες προσομοίωσης που βοηθούν τους νέους μαθητές να διερευνήσουν σύγχρονα ζητήματα. Για παράδειγμα, μια προσομοίωση μηχανικής, μπορεί να οδηγήσει στη διερεύνηση των επιπτώσεων που μπορεί προέρχονται από την οικονομική ανισότητα. Ένα σχέδιο μαθήματος που προτάθηκε από τον Bill Bigelow (2002), είναι η ανάθεση στους μαθητές της κατασκευής του ψηλότερου πύργου, εργαζόμενοι σε ομάδες με διαφορετικές ποσότητες και ποιότητες υλικών. Ενώ οι συμμετέχοντες αγωνίζονται με περιορισμένα υλικά ή υπερέχουν με υπερβολικά υλικά, ο/η καθηγητής/τρια παρουσιάζει τη ρητορική "αν δουλεύεις σκληρά μπορείς να κερδίσεις" και "η επιτυχία σου εξαρτάται αποκλειστικά από σένα." Στη συγκεκριμένη εργασία αναδεικνύεται ο ρόλος του κοινωνικοοικονομικού πλαισίου και αποδεικνύεται πως η επιστήμη και η μηχανική, μέσω της εκπαίδευσης STEM μπορούν να εξυπηρετήσουν την ανάπτυξη της κριτικής συνείδησης των υποψηφίων εκπαιδευτικών, έτσι ώστε να εργαστούν για την επίτευξη της αλλαγής. (B. Sondel, J.G.Koch, S.Carrier, T.A. Walkowiak, 2017).

Όπως υποστηρίζει η Cochran-Smith(2009), οι υποψήφιοι/ιες πρέπει να αντιληφθούν ότι είναι εντός του πεδίου ευθύνης τους και προς το συμφέρον τους να εργαστούν μαζί με τους/τις μαθητές/τριες και την κοινότητά τους προκειμένου να συμβάλουν στη συστημική αλλαγή τόσο στην εκπαίδευση όσο και στην κοινωνία. Τα μαθήματα STEM μπορούν να υποστηρίξουν αυτή τη διαδικασία. Καθώς οι υποψήφιοι εργάζονται πάνω στις αιτίες που δημιουργούν τις ανισότητες, μπορούν να χρησιμοποιήσουν την εξελισσόμενη εμπειρία τους για να συμμετάσχουν στην δημιουργία λύσεων.

Επειδή όμως η εκπαίδευση STEM , δεν διδάσκεται επαρκώς στα σχολεία ,θα ήταν απαραίτητο να δημιουργηθούν κέντρα εκμάθησης STEM σε κοινότητες ,προκειμένου να ξεκινήσουν συστημικές αλλαγές .Για παράδειγμα διερευνώντας περιπτώσεις περιβαλλοντικής αδικίας, οι υποψήφιοι μπορούν να διερευνήσουν τι κάνουν ήδη οι κοινότητες για να αντιμετωπίσουν αυτές τις ανισότητες και να διερευνήσουν τρόπους περαιτέρω συνεργασίας και να εργαστούν συλλογικά για την επιδίωξη της δικαιοσύνης.Οι υποψήφιοι εκπαιδευτές ,πρέπει επίσης να κατανοήσουν ότι η υπεράσπιση της κοινωνικής δικαιοσύνης υπερβαίνει την παροχή φιλανθρωπικών υπηρεσιών (Westheimer & Kahne, 2004) και περιλαμβάνει την εργασία μαζί με τα μέλη της κοινότητας για την υπεράσπιση πιο δίκαιων πολιτικών(B. Sondel , J.G.Koch , S.Carrier, T.A. Walkowiak ,2017).

Σύμφωνα με την παραπάνω μελέτη του προπτυχιακού προγράμματος στο NCSU , έχει αρχίσει να καταδεικνύεται ότι είναι δυνατή μια αναπλαισίωση της εκπαίδευσης STEM , με προσανατολισμό προς την κοινωνική δικαιοσύνη.Αυτό απαιτεί μια θεμελιώδης αλλαγή στον τρόπο εκπαίδευσης , δηλαδή να υπάρξει μια μετατόπιση από την προετοιμασία των ατόμων για τον ανταγωνισμό σε μια παγκόσμια αγορά ,στην προετοιμασία των πολιτών που κατανοούν και είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν τις δεξιότητές τους STEM για την άμβλυνση της ανισότητας στην υπηρεσία του κοινού καλού. Χωρίς αυτή τη μετατόπιση, η εκπαίδευση STEM, στην καλύτερη περίπτωση, θα παρέχει σε μεμονωμένους μαθητές /τριες πιθανή πρόσβαση σε μια άνιση οικονομία εργασίας χωρίς να τους προετοιμάζει πλήρως να μεταμορφώσουν τις δομικές ανισότητες που μαστίζουν την κοινωνία μας. Με δεδομένο ότι τα περισσότερα άτομα που εισέρχονται σε προγράμματα STEM , χαρακτηρίζονται από έλλειψη επίγνωσης των θεμάτων που σχετίζονται με τις κοινωνικές ανισότητες , θεωρείται απαραίτητη η παράλληλη παρακολούθηση μαθημάτων που σχετίζονται με την κοινωνιολογία, τη δημόσια πολιτική ,την ανθρωπολογία και την οικολογία.

4.9 Το πρόγραμμα STEM JUSTICE(STEMJ)

Το STEMJ είναι ένας άξονας ενός προγράμματος, που αναπτύχθηκε στο College Bound (CB) ,και αποτελεί μια μοναδική προσέγγιση στη μάθηση STEM, το οποίο έχει σχεδιαστεί για τους /τις μαθητές/τριες , με σκοπό να καταλάβουν πρώτα τις κοινωνικές αδικίες εντός των τοπικών τους κοινοτήτων με γνώσεις και δεξιότητες STEM και στη συνέχεια να δράσουν πάνω σε αυτές τις αντιλήψεις μέσω των γνώσεων και των δεξιοτήτων STEM.

Οι τρεις τομείς του συγκεκριμένου προγράμματος , είναι οι εξής::

-Ταυτότητα και Κοινωνία, για να βοηθηθούν οι μαθητές/τριες να φωτίσουν το ιστορικό πλαίσιο και τις δομές που προάγουν καταπιεστικά συστήματα και να αναπτύξουν θετική στάση και ταυτότητα

-STEMJ, για να κατανοήσουν οι μαθητές/τριες τις κοινωνικές αδικίες και

-Κολέγιο και Καριέρα, για να προετοιμάσει τους/τις μαθητές/τριες να εγγραφούν και να επιτύχουν στο κολέγιο και να εξελιχθούν οι αναδυόμενες επαγγελματικές τους ταυτότητες προσανατολισμένες στην κοινωνική δικαιοσύνη (Madden,Wong,Cruz,Olle,2017).

Στο σύνολό του, το πρόγραμμα παρέχει στους νέους την ευκαιρία να μετασχηματίσουν τις αντιλήψεις τους με απώτερο σκοπό την αλλαγή στην κοινότητά τους. Καθώς το πρόγραμμα εκθέτει τους νέους σε κοινωνικές προκλήσεις και τους παρέχει βιωματική υποστήριξη στην εξεύρεση πιθανών λύσεων, με την πάροδο του χρόνου αρχίζουν να συνειδητοποιούν ότι μπορούν να επιφέρουν αλλαγές όχι μόνο στα σχολεία αλλά και στις κοινότητές τους.

Ο άξονας STEMJ του προγράμματος έχει σχεδιαστεί ώστε να βοηθήσει τους μαθητές να μάθουν το περιεχόμενο και τις δεξιότητες που σχετίζονται με το STEM προκειμένου να εμπλακούν και να ενισχύσουν την κριτική τους σκέψη , τόσο για τους σκοπούς του φωτισμού της συστημικής καταπίεσης όσο και της ενδυνάμωσής τους να την αμφισβητήσουν εντός των κοινοτήτων τους και πέρα από αυτήν.

Τα σχέδια εργασίας που αναπτύσσονται για τους /τις μαθητές/τριες στοχεύουν στην ανάδειξη των θεσμοθετημένων συστημάτων καταπίεσης και κοινωνικής ανισότητας. Ένα παράδειγμα ενός τέτοιου σχεδίου δράσης αποτελεί η έρευνα που διεξάγουν οι μαθητές/τριες και η καταγραφή των ελλείψεων σε συγκεκριμένα είδη τροφίμων και η φθηνή και εύκολη πρόσβαση σε ανθυγιεινά τρόφιμα και τα προβλήματα που

προκαλούνται στην υγεία αυτών των πληθυσμών (Food Research and Action Center, 2011). Ως απάντηση σε αυτό, Ος (Madden, Wong, Cruz, Olle, 2017).

Η προσέγγιση που ακολουθείται για την μελέτη της συγκεκριμένης περίπτωσης, είναι το λεγόμενο οικολογικό μοντέλο του U. Bronfenbrenner (1994). Στο μοντέλο του, ο Bronfenbrenner απεικονίζει την «σχέση του αναπτυσσόμενου ατόμου με το περιβάλλον και ιδιαίτερα της εξελισσόμενης αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο». Υποθέτει ότι ένα άτομο αλληλεπιδρά συνεχώς με το περιβάλλον και αυτή η αλληλεπίδραση καθορίζει τι και πώς μαθαίνεται κάτι (Bronfenbrenner, 1994). Αυτό το μοντέλο απεικονίζει τον τρόπο με τον οποίο διαμορφώνονται οι πεποιθήσεις, ο πολιτισμός και η ταυτότητα των διαφορετικών λαών σε διαφορετικά συστήματα με τα οποία αλληλεπιδρούν συχνά. Το μικροσύστημα είναι ένα πρότυπο δραστηριοτήτων, κοινωνικών ρόλων και διαπροσωπικών σχέσεων που βιώνει το αναπτυσσόμενο άτομο σε ένα δεδομένο περιβάλλον όπως είναι η οικογένεια και το σχολείο (Bronfenbrenner, 1994). Το επόμενο σύστημα, το μεσοσύστημα, αποτελείται από τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ δύο ή περισσότερων στοιχείων του μικροσυστήματος όπως το σπίτι και το σχολείο. Το τρίτο σύστημα, το εξωσύστημα, περιλαμβάνει τις συνδέσεις και τις αλληλεπιδράσεις που επηρεάζουν την ανάπτυξη του ατόμου όπως, για ένα παιδί, η σχέση μεταξύ του σπιτιού και του χώρου εργασίας του γονέα). (Bronfenbrenner, 1994). Το μακροσύστημα είναι το ευρύτερο πολιτισμικό πλαίσιο, που διαμορφώνει τις αξίες, τα έθιμα και τους νόμους μιας κοινωνίας. Τέλος, το χρονοσύστημα, περιλαμβάνει αλλαγή ή συνέπεια με την πάροδο του χρόνου όχι μόνο στα χαρακτηριστικά του ατόμου αλλά και του περιβάλλοντος στο οποίο ζει αυτό το άτομο όπως η αλλαγή που συμβαίνει κατά τη διάρκεια της ζωής στην οικογενειακή δομή, την κοινωνικοοικονομική κατάσταση, την απασχόληση, τον τόπο διαμονής και αλλαγές γενικά στην καθημερινή ζωή (Bronfenbrenner, 1994).

Τα διαφορετικά συστήματα στο οικολογικό μοντέλο του Bronfenbrenner (1994) παρέχουν στους μαθητές ολοκληρωμένη κατανόηση των διαφόρων πτυχών της κοινωνίας που επηρεάζουν και επηρεάζονται από αυτές. Εξαιτίας αυτού, η εξέλιξη του προγράμματος σπουδών STEMJ ξεκινά αρχικά με το μικροσύστημα και κινείται προς τα έξω προς διασυνδεδεμένα συστήματα καταπίεσης σε επίπεδο κοινωνίας για να βοηθήσει τους/τις μαθητές να οικοδομήσουμε μια ταυτότητα προσανατολισμένη τόσο στο STEM όσο και στην κοινωνική δικαιοσύνη.

Το οικολογικό μοντέλο του Bronfenbrenner (1994) εφαρμόζεται στην περίπτωση του προγράμματος σπουδών STEMJ για τη δικαιοσύνη τροφίμων. Ως εκ τούτου, στο

πρόβλημα της διατροφικής αδικίας, οι μαθητές/τριες ξεκινούν με το μικροσύστημα, αναλογίζονται τι τρώνε καθημερινά και μαθαίνουν την απαραίτητη βιολογία και διατροφή για να αξιολογήσουν πώς μπορεί να είναι η διατροφή τους και πώς επηρεάζεται μακροπρόθεσμα η υγεία τους. Καθώς οι μαθητές/τριες ανακαλύπτουν τι είναι υγιεινό και ανθυγιεινό μέσα τη διατροφή τους αρχίζουν να αναρωτιούνται γιατί, μέσα στο μεσοσύστημα του σχολείου και της οικογένειάς τους, τρώνε τρόφιμα που μπορεί να θεωρηθούν ανθυγιεινά. Κατά συνέπεια, η αγωνία των μαθητών/τριών διοχετεύεται στην αποκάλυψη αιτιών κακής διατροφής και αρχίζουν να εμφανίζονται μοτίβα ενός καταπιεστικού εξωσυστήματος. Χρησιμοποιώντας τα μαθηματικά, αποκαλύπτουν χαμηλότερα τιμές, αλλά υψηλότερες θερμίδες σε ανθυγιεινές τροφές και ευκολότερη πρόσβαση σε σχέση με υψηλότερες μέσες τιμές σε ειδικά καταστήματα με πιο θρεπτικά τρόφιμα. Επίσης στις πιο φτωχές κοινότητες αναδεικνύεται και το πρόβλημα του κόστους της μετακίνησης δηλαδή αυτοκίνητο ή ταξί, για να φτάσουν στο καταστήματα τροφίμων. Στη συνέχεια οι μαθητές/τριες κάνοντας χρήση συστημάτων πλοήγησης, μαθαίνουν πώς να χρησιμοποιούν γεωγραφικές πληροφορίες συστήματα (GIS) για να χαρτογραφήσουν γεωγραφικές περιοχές χωρίς πρόσβαση σε οικονομικά προσιτά και πλούσια σε θρεπτικά συστατικά τρόφιμα (Madden, Wong, Cruz, Olle, 2017).

Γρήγορα οι μαθητές/τριες είναι σε θέση να συνδέσουν την κατανόησή τους για το πώς το καταπιεστικό εξωσύστημα, περιορίζει τη διατροφική ποιότητα στα μικρο- και μεσο συστήματα τους. Βλέποντας τη σχέση μεταξύ αυτών των πολλαπλών συστημάτων διευκολύνεται η κατανόηση για το πώς λειτουργούν τα καταπιεστικά μακροσυστήματα. Περαιτέρω, οι μαθητές μελετώντας τα προλήματα που προκαλούνται από την κακή διατροφή, συνδέουν την άνιση πρόσβαση σε υγειονομική περίθαλψη υψηλής ποιότητας, αναδεικνύοντας τις ανισότητες στον τομέα της υγείας στη φυλή και την τάξη. Τέλος, οι μαθητές/τριες σε επίπεδο χρονοσυστήματος, παρακολουθούν δεδομένα σχετικά με τα δημογραφικά στοιχεία, το εισόδημα και την παραγωγή τροφίμων και αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου και πώς αυτό συμβάλλει σε καταπιεστικές συνθήκες. Επιπλέον αναπτύσσουν συζητήσεις σχετικά με το ρόλο των εθνικών εκστρατειών διατροφής στα σχολεία και στις κοινότητες με λιγότερη πρόσβαση σε οικονομικά προσιτά και θρεπτικά τρόφιμα στοχεύουν στο να δημιουργήσουν την ψευδαίσθηση, ότι είναι ατομική ευθύνη της λανθασμένης επιλογής ανθυγιεινών τροφών, που έχουν αρνητικές συνέπειες για την υγεία. Δεν θίγουν όμως και εσκεμμένα συσκοτίζουν το ρόλο των θεσμικών δυνάμεων

που έχουν δημιουργήσει αυτό το πρόβλημα σε συγκεκριμένες υποβαθμισμένες περιοχές (Madden, Wong, Cruz, Olle, 2017).

Προχωρώντας πέρα από την κριτική, καθώς οι μαθητές/τριες αυξάνουν την επίγνωση και την κατανόησή τους για τη συστημική καταπίεση, τους προσφέρονται τρόποι να προχωρήσουν σε δράση για τη βελτίωση της κοινωνίας. Για παράδειγμα, σε σχέση με την έλλειψη τροφίμων πλούσιων σε θρεπτικά συστατικά, οι μαθητές/τριες πρότειναν τη δημιουργία μιας αγοράς σε αυτές τις περιοχές, γεγονός που οδήγησε το προσωπικό του έργου μας να εξετάσει τρόπους υποστήριξης της νεολαίας στην επίτευξη της λύσης τους. Αυτές οι εργασίες οδήγησαν σύντομα σε ένα έργο υδροπονικής διατροφής (καλλιέργεια τροφίμων με νερό και μέταλλα) στο οποίο οι νέοι καλλιεργούν προϊόντα που στη συνέχεια πωλούν στις τοπικές αγορές των αγροτών. Για να προχωρήσει αυτό το έργο, οι μαθητές άρχισαν να σχεδιάζουν και να δημιουργούν υδροπονικά συστήματα κήπου με ηλιακή ενέργεια προκειμένου να παραχθούν και να διανεμηθούν τοπικά, οικονομικά προσιτά και πλούσια σε θρεπτικά συστατικά τρόφιμα που μπορούν να καλλιεργηθούν σε άγονη γη, τσιμεντένιες αυλές ή στέγες. Σε μια προσπάθεια να γίνει αυτό μια βιώσιμη κοινωνική επιχείρηση, οι μαθητές μελέτησαν τη βιολογία, τη χημεία, τα μαθηματικά, τη φυσική, την τεχνολογία, μηχανικές, επιχειρηματικές, οικονομικές και εκπαιδευτικές δεξιότητες απαραίτητες για το σχεδιασμό, τη δημιουργία, την εμπορία, διαχειρίζονται και συντηρούν την προσπάθειά τους (Madden, Wong, Cruz, Olle, 2017).

Όπως φαίνεται, το εννοιολογικό πλαίσιο του προγράμματος σπουδών STEMJ υποστηρίζει ξεκάθαρα ότι στόχος του προγράμματος είναι να αυξήσει την κριτική συνείδηση των μαθητών, καθώς μαθαίνουν τις δεξιότητες STEM και αποκτούν γνώσεις ενώ παράλληλα αξιοποιούν τον πολιτιστικό πλούτο της κοινότητάς τους για να επιφέρουν την αλλαγή στις κοινότητές τους. Αυτή η διαδικασία επίσης παρακινεί και δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να συνεχίσουν να έχουν πρόσβαση στο κολέγιο, που είναι ο άλλος βασικός στόχος του προγράμματος. (Madden, Wong, Cruz, Olle, 2017)

Καθώς τα συναισθήματα ενδυνάμωσης των μαθητών αυξάνονται, το ενδιαφέρον τους για το κολέγιο και τη σταδιοδρομία φαίνεται να αυξάνονται. Οι μαθητές/τριες αρχίζουν να αντιλαμβάνονται το κολέγιο και τη σταδιοδρομία ως μέσα για την προώθηση των επαγγελματικών τους συμφερόντων στον κοινωνικό μετασχηματισμό. Η γνώση, η παρακολούθηση και η αποφοίτηση από το κολέγιο γίνεται ένας εξαιρετικά προσωπικός στόχος άμεσα συνδεδεμένο με την επιθυμία τους για αυξημένη ευημερία για την κοινότητά τους και όχι μόνο (Madden, Wong, Cruz, Olle, 2017).

Το παραπάνω παράδειγμα αναδεικνύει πως μπορεί να γίνει εφαρμογή των μεθόδων STEM για την ανάπτυξη κριτικής συνείδησης για κοινωνική δικαιοσύνη . Οι αρχές της κριτικής παιδαγωγικής και των εφαρμογών της στις Φυσικές Επιστήμες είναι συμβατές με τη μεθοδολογία STEM , μέσα από τον κατάλληλο σχεδιασμό. Φυσικά απαιτείται σχεδιασμός προγραμμάτων αντίστοιχων με αυτό που περιγράψαμε, που εφαρμόζει το Boston College , από επαγγελματίες STEM , που έχουν σαν στόχο την καλλιέργεια κοινωνικού και επιστημονικού γραμματισμού με απώτερο σκοπό τον κοινωνικό μετασχηματισμό σε μια πιο δίκαιη και δημοκρατική κοινωνία.

5. Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε προέκυψε ότι η κριτική παιδαγωγική, ως μια εκπαιδευτική φιλοσοφία που προωθεί μέσω της εκπαίδευσης την κοινωνική δικαιοσύνη, μπορεί να έχει εφαρμογή στην εκπαίδευση STEM ή και αντίστροφα η εκπαίδευση STEM μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό εκπαιδευτικό εργαλείο για την κριτική παιδαγωγική. Τα οφέλη από την διασύνδεση της κριτικής παιδαγωγικής με την εκπαίδευση STEM, συνοψίζονται παρακάτω.

- Προάγεται η κριτική σκέψη και η αναστοχαστική μάθηση. Οι μαθητές/τριες αναπτύσσουν την ικανότητα της βαθύτερης διερεύνησης των θεμάτων, της αμφισβήτησης των δεδομένων, της επίλυσης πολύπλοκων προβλημάτων και της αναζήτησης καινοτόμων λύσεων. Επιπλέον κατανοούν την κοινωνική και ηθική διάσταση της τεχνολογίας και της επιστήμης. Ειδικά στην εκπαίδευση STEM οι μαθητές εκτός από τις ικανότητες που αναπτύσσουν στη χρήση της τεχνολογίας, μαθαίνουν παράλληλα να κρίνουν τη χρήση της και να αναζητούν τρόπους για την υπεύθυνη χρήση της.
- Ενισχύεται η συμμετοχική μάθηση. Το ηγεμονικό μοντέλο διδασκαλίας, αντικαθίσταται από την ενεργό συμμετοχή των μαθητών στην παραγωγή γνώσης. Οι μαθητές ενθαρρύνονται να εργάζονται ομαδικά, να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, να σχεδιάζουν, να προτείνουν και να εφαρμόζουν τις ιδέες τους, οι οποίες πηγάζουν από τα ενδιαφέροντά τους. Τους παρέχεται η ελευθερία να επιλέγουν οι ίδιοι τα ερευνητικά θέματα, να καθορίζουν τους μαθησιακούς στόχους και να αναπτύσσουν τους δικούς τους τρόπους επίλυσης προβλημάτων. Με αυτό τον τρόπο ενισχύεται το δημοκρατικό κλίμα στην τάξη, όπου οι απόψεις και οι εμπειρίες όλων των μαθητών/τριων, λαμβάνονται υπόψιν.
- Ενθαρρύνεται η σύνδεση της εκπαιδευτικής διαδικασίας με τα προβλήματα που μια κοινωνία αντιμετωπίζει. Η εφαρμογή των μεθόδων STEM, μπορεί να συμβάλλει στην ανάδειξη κοινωνικών ζητημάτων, στην αναζήτηση των παραγματικών αιτιών και στην εξεύρεση λύσεων.
- Αναδεικνύονται οι κοινωνικές ανισότητες και οι μαθητές/τριες καλούνται να εργαστούν για μια πιο δίκαιη κοινωνία. Ενθαρρύνεται η συμμετοχή στην εκπαίδευση STEM, ομάδων που βρίσκονται στο περιθώριο και ενισχύεται η δημιουργία ενός περιβάλλοντος, όπου όσοι θα είναι ισότιμοι και θα τους παρέχονται ίσες ευκαιρίες.

- Καλλιεργείται περιβαλλοντική και οικολογική συνείδηση. Η μελέτη οικολογικών προβλημάτων μέσω της εκπαίδευσης STEM, όπως η κλιματική αλλαγή, μπορούν να προσεγγιστούν κριτικά, να αναζητηθούν οι αιτίες και να αναδειχθούν οι κοινωνικές ομάδες που πλήττονται περισσότερο. Η εφαρμογή των μαθηματικών, της μηχανικής και της τεχνολογίας συμβάλλει, επίσης στην αναζήτηση καινοτόμων λύσεων.
- Προάγεται η διεπιστημονικότητα, τόσο μέσα από τη κριτική παιδαγωγική όσο και μέσα από την εκπαίδευση STEM. Προσεγγίζοντας ένα ζήτημα ολιστικά συνδυάζοντας διάφορα γνωστικά πεδία, επιτυγχάνεται η βαθύτερη κατανόηση που είναι απαραίτητη για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων. Επιπλέον δίνεται και η κοινωνική και ηθική διάσταση στα διάφορα θέματα που μελετώνται.
- Ενισχύεται η δια βίου μάθηση καλλιεργώντας τεχνικές και δεξιότητες οι οποίες συμβάλλουν στην προσαρμογή του ατόμου στις συνεχώς μεταβαλλόμενες συνθήκες λόγω της ταχύτατης εξέλιξης της τεχνολογίας.

6. Επίλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία ανέδειξε τη διασύνδεση μεταξύ της κριτικής παιδαγωγικής και της εκπαίδευσης STEM. Αν και η εκπαίδευση STEM χαρακτηρίζεται από αρκετούς μελετητές ότι αποτελεί μέσο προώθησης των νεοφιλελεύθερων πολιτικών, μπορεί να αποτελέσει σημαντική μέθοδο διδακτικής για την ανάδειξη των κοινωνικών ανισοτήτων. Προέκυψε μέσα από παραδείγματα διδακτικής πράξης, ότι η εφαρμογή της με όρους κριτικής παιδαγωγικής, συμβάλλει στη δημιουργία κριτικά σκεπτόμενων και κοινωνικά ευαισθητοποιημένων πολιτών, οι οποίοι θα διεκδικούν αλλαγές προς μια πιο δημοκρατική και δίκαιη κοινωνία.

Επίσης παρουσιάστηκαν οι προκλήσεις και οι δυσκολίες που παρουσιάζονται κατά την εφαρμογή της στη διδακτική πράξη. Η αντίσταση των μαθητών/τριών, έλλειψη επαρκούς εκπαίδευσης και εμπειρίας των εκπαιδευτών STEM και η έλλειψη πόρων είναι κάποια από τα εμπόδια που πρέπει να ξεπεραστούν.

Κλείνοντας, τονίζεται ότι το συγκεκριμένο πεδίο δύναται για περαιτέρω έρευνα και μελέτη. Ευελπιστούμε πως η παρούσα εργασία θα συμβάλλει προς αυτή την κατεύθυνση.

Βιβλιογραφία

- Γρόλλιος Γ. - Γούναρη Π., (2016), Απελευθερωτική και Κριτική Παιδαγωγική στην Ελλάδα- Ιστορικές Διαδρομές και Προοπτική, Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα.
- Μ. Νικολάκη(2011) , Η Κριτική Παιδαγωγική στο Νέο Μεσαίωνα , Εκδόσεις Ι.Σιδέρης
- Σκορδούλης Κ.-Στεφανίδου Κ., (2021) Διδακτική Μεθοδολογία των Φυσικών Επιστημών, Εκδόσεις Προπομπός
- Σκορδούλης Κ., Κατσιαμπούρα Γ. Πολιτισμικές και κριτικές εκπαιδευτικές προσεγγίσεις των φυσικών επιστημών , Παιδαγωγική Επιθεώρηση, 68/2019
- Σουλιώτη, Α. Μ. (2016). Η διαδικασία του σχεδιασμού στην παραγωγή γραπτού λόγου (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης).
- Alexander, R. J. (2005). Culture, dialogue and learning: Notes on an emerging pedagogy. Paper presented at the International Association for Cognitive Education and Psychology (IACEP), University of Durham, UK.
- Apple, M. (1990). Ideology and Curriculum (2nd ed.). New York: Routledge
- Ancu, B. (2019a). Collaborative teaching versus competitive teaching. In O. Skovsmose (Ed.), Landscape of Investigation in Mathematics Education. Boston: Brill-Sense.
- Ball, S. (1993). Education markets, choice and social class: the market as a class strategy in the UK and the USA. British journal of sociology of education
- Bakan, J. (2011). Childhood under siege: How big business targets your children. New York: Free Press.
- Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. New directions for teaching and learning, 1996(68), 3-12.
- A.C.Barton (2001) ,Capitalism, Critical Pedagogy, and Urban Science Education: An Interview with Peter McLaren, Journal of research in science teaching vol. 38, . 8, No8 . pp. 847 ± 859

- Bauman, Z. (1993). *Postmodern ethics*. Oxford, UK: Blackwell
- Bigelow, B., & Peterson, B. (Eds.). (2002). *Rethinking globalization: Teaching for justice in an unjust world*. Milwaukee, WI: Rethinking Schools.
- Blackley, S., & Howell, J. (2015). A STEM Narrative: 15 Years in the Making. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(7). <http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2015v40n7.8>
- Bronfenbrenner, U. (1994). Ecological models of human development. In *International Encyclopedia of Education*, Vol. 3, 2nd Ed. Oxford: Elsevier
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities.*, NSTA Press
- Cheek, D. W. (2000) Marginalization of technology within the STS movement in America K-12 education, In D. D. Kumar & D. E. Chubin (Eds.), *Science Technology and society : A sourcebook on research and practice*. New York : Kluwer Academic /Plenum Publishers ,pp167-192
- Chen, Y.-H., Tau, A., Zastavker, Y. V., Stolk, J. D., Dillon, A., & Gross, M. D. (2016). Understanding students' perception of academic and professional relevance in STEM courses. Paper presented at the 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE).
- Chomsky, N. (2007). *Chomsky, Demokrasi ve Eğitim*. (Çev. E. Abaoğlu). İstanbul: BGST Yayınları.
- Cochran-Smith, M., Shakman, K., Jong, C., Terrell, D. G., Barnatt, J., & McQuillan, P. (2009). Good and just teaching: The case for social justice in teacher education. *American Journal of Education*, 115(3), 347-377.
- Confrey, J., & Kazak, S. (2006). A thirty year reflection on constructivism in mathematics education in PME. Paper presented at the 30th meeting of the International group for psychology of mathematics education (PME). Prague, Czech Republic.
- Cooper, B., & Dunne, M. (2004). Constructing the 'Legitimate' Goal of a 'Realistic' Maths Item: a Comparison of 10-11 and 13-14 Year Olds. In B. Allen & S. Johnston-Wilder (Eds.). *Mathematics Education: Exploring the Culture of Learning*, 69-90. New York: Routledge/Falmer.

- Dalke, A., & Franklin, W. (2007). A critical pedagogy of science. Unpublished manuscript, Bryn Mawr, Lower Merion Township, PA.
- Darder, A. (2002). *Reinventing Paulo Freire: A pedagogy of Love*. Boulder, CO:Westview
- Darder, A. (2020) *Critical Pedagogy* /Interviewer: B. Avci. Critical Education Network, Rethinking Critical Pedagogy.
- Deming, D. J., & Noray, K. L. (2018). *STEM careers and technological change*. Retrieved from https://scholar.google.com/scholar?start=20&q=stem+workers+shortage&hl=en&as_sdt=0,48
- Dewey J. (2010), *Science as subject-matter and as method* , Reproduced in *Science & Education* 1995
- Dewey J. (2016), *Δημοκρατία και Εκπαίδευση* , Μετάφραση Φ.Τερζάκης ,Εκδόσεις Ηριδανός
- Ercan, F. (1998). *Eğitim ve Kapitalizm: Neo- Liberal Eğitim Ekonomisinin Eleştirisi*. İstanbul: Bilim.
- Fensham & P.J. Gardner(1994) ,*Technology education and science education .A new relationship?*In.D. Layton (Ed) , *Innovations in science and technology education* .Vol.4, Paris :UNESCO ,pp159-170
- Food Research and Action Center. (2011). *A half-empty plate: Fruit and vegetable affordability and access challenges in america*. Retrieved from http://frac.org/pdf/half_empty_plate_dec2011.pdf
- Freire, P. (1977). *Η Αγωγή του Καταπιεζόμενου*. Αθήνα: Ράππας.
- Freire, P. (2000). *Pedagogy of the oppressed*. New York: Continuum.
- de Freitas, E. (2004). *Plotting intersections along the political axis: The interior voice of dissenting mathematicsteachers*. *Educational Studies in Mathematics*, 55, 259-274.
- Ganem, J. (2018). *The Robot Factory*. Cham, Switzerland: Springer.
- Gates, P. (2006). *The place of equity and social justice in the history of PME*. In A. Gutierrez & P. Boero (Eds.). *Handbook of research on the psychology of*

- mathematics education: Past, present and future, 367-402. Rotterdam, ND: Sense Publishing.
- Chesky, N. Z., & Wolfmeyer, M. R. (2015). *Philosophy of STEM education: A critical investigation*. New York: Palgrave Macmillan.
- Gould, S. J. (1996). *The mismeasure of man*. New York, NY: WW Norton & Company.
- Giroux, H. (1989). *Schooling and the Struggle for Public Life*. Routledge Publishing
- Gramsci A. (1973). *Ιστορικός υλισμός – Τετράδια της φυλακής*. Αθήνα: Οδυσσέας
- Grobstein, P. 2005. "Revisiting Science in Culture." *Journal of Research Practice*. 1, 1, M1. <http://jrp.icaap.org/index.php/jrp/article/view/9/18>
- Gutstein, E. (2006). *Reading and writing the world with mathematics: Toward a pedagogy for social justice*. New York, NY: Routledge.
- Gutstein, E. (2008). *Building political relationships with students: An aspect of social justice pedagogy*. In E. de Freitas & K. Nolan (Eds.). *Opening the research text: Insights and in(ter)ventions into mathematics education*. New York: Springer Verlag.
- Habermas, J. (1973). *Theory and Practice*. Boston, MA: Beacon Press.
- Hacker, A. (2016). *The math myth: And other STEM delusions*. New York: New Press
- Hallinen, J. (2020). *STEM*. *Encyclopedia Britannica*.
<https://www.britannica.com/topic/STEM-education>. Accessed 14 April 2021.
- Harding, S. 1991. "Why 'Physics' Is a Bad Model for Physics." *Whose Science? Whose Knowledge?* Ithaca, NY: Cornell University Press. 77-102.
- Harvey, D. (1989). *The Condition of Postmodernity*. Oxford: Basil Blackwell.
- Harvey, D. (2005). *A brief history of neoliberalism*. New York: Oxford University Press.
- Herbert, H.J. (2007, January 29). *Congress begins tackling climate issues*. The Associated Press.
- Katz-Buonincontro, Jennifer. (2018) "Creativity for whom? Art education in the age of creative agency, decreased resources, and unequal art achievement outcomes." *Art Education* 71.6 : 34-37.

- Kellner, D., Best, S. (2001), *The Postmodern Adventure: Science, Technology and Cultural Studies at the Third Millenium*. London: Routledge
- Kennedy, N. S. (2009). Towards a dialogical pedagogy: Some characteristics of a community of mathematical inquiry. *Eurasia International Journal of Mathematics, Science, and Technology Education*, 5(1), 71-78.
- Kenney, J. M. (2018). *Cases of Contingent STEM Faculty Who Practice Critical Pedagogies with/in the Neoliberal University*. (PhD), Clemson University. Retrieved from https://tigerprints.clemson.edu/all_dissertations/2257
- Koch, J., Carrier, S., & Walkowiak, T. A. (2017). Toward a theory of teacher education for justice-oriented STEM. In *Catalyst: A social justice forum* (Vol. 7, No. 1, p. 5).
- Kozol, J. (2005). *The shame of the nation: The restoration of apartheid schooling in America*. Broadway Books.
- Kozol, J. (2012). *Savage inequalities: Children in America's schools*. Broadway Books.
- Kumashiro, K. K. (2001). “Posts” perspectives on anti-oppressive education in social studies, English, mathematics, and science classrooms. *Educational researcher*, 30(3), 3-12.
- Layton D.(1994) ,STS in the school curriculum:A movement overtaken by history? In. J. Solomon & G.Aikenhead (Eds.) , *STS education :International perspectives on reform* . New York Teachers College Press ,pp.32-44
- Lukacs A. (2006). *Η Πραγμοποίηση και η Συνείδηση του Προλεταριάτου*. Αθήνα: Εκκρεμές.
- Madden, P. E., Wong, C., Vera Cruz, A. C., Olle, C., & Barnett, M. (2017). Social Justice Driven STEM Learning (STEMJ): A Curricular Framework for Teaching STEM in a Social Justice Driven, Urban, College Access Program. In *Catalyst: A social justice forum* (Vol. 7, No. 1, p. 4).
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). *STEM: Country Comparisons*. International comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. Australian Academy of Learned Academies (ACOLA). Melbourne, Australia.

- Matthews M(1994/2007), Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες :Ο ρόλος της ιστορίας και της φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών ,Αθήνα:Επίκεντρο
- McLaren, P., & Farahmandpur, R. (2005). Teaching Against Global Capitalism and the New Imperialism. Rowman and Littlefield
- McLaren, P., & Kincheloe, J. L. (Eds.). (2007). Critical pedagogy: Where are we now? New York: Peter Lang.
- McMurtry, J. (1998). Unequal Freedoms: The global market as an ethical system. West Hartford, CT: Kumarian Press.
- Marcuse, H. (1971). Ο Μονοδιάστατος Άνθρωπος. Αθήνα: Παπαζήση
- Marx K. (2009). Grudrisse der Kritik der Politischen Oekonomie (Ελληνική μτφρ. Γ. Χοτζέας).
- J. McMurtry (1998) , Uneqal Freedoms : The Global Market as an Ethical System , Garamond Press
- Mohr-Schroeder, M. J., Cavalcanti, M., & Blyman, K. (2015). Stem education: understanding the changing landscape. In A practice-based model of STEM teaching (pp. 3-14). Dordrecht, Netherlands: Sense Publishers.
- Mortimer, E., & Scott, P. (2003). Meaning making in secondary science classrooms: McGraw-Hill International.
- Oulton C., Scott W.(1998) Environmental values education : an exploration of its role in the school curriculum ,Journal of Moral Education ,27(2), 209-224
- Payne P.(1999) , Postmodern challenges and modern horizons .Environmental Education Research , 5(1)m,5-34
- Penprase, B. E. (2020). History of STEM in the USA. In: STEM Education for the 21st Century. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41633-1_1
- Prince, M. and R. Felder. 2007. “The many faces of inductive teaching and learning.” Journal of College Science Teaching 36, 5: 14-20.
- Rodriguez, A.J., & Kitchen, R.S. (Eds.). (2005). Preparing mathematics and science teachers for diverse classrooms: Promising strategies for transformative pedagogy. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

- Sahin, A., & Mohr-Schroeder, M. J. (2019). *STEM Education 2.0: Myths and Truths—What Has K-12 STEM Education Research Taught Us?* Boston: BRILL | SENSE.
- Schwab, J. (1960), *What Do Scientists do?* Behavioral Science, 5(1)
- Schwab J. (1966), *The Teaching of Science*, Cambridge, MA: Harvard University Press
- Shatunova, O., Anisimova, T., Sabirova, F. & Kalimullina, O. (2019). STEAM as an Innovative Educational Technology. *Journal of Social Studies Education Research*, 10(2), 131- 144. Retrieved January 5, 2022 from <https://www.learntechlib.org/p/216582/145>
- Scott, P., Mortimer, E., & Aguiar, O. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, 90(4), 605-631.
- Shor, I. (1987). *Critical teaching and everyday life*. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Shor, I. (1996). *When Students Have Power: Negotiating Authority in a Critical Pedagogy*. Chicago: University of Chicago Press.
- Schultz, T. W. (1961). Investment in human capital. *The American economic review*, 51(1), 1-17.
- Skovsmose, O., & Borba, M. (2004). Research methodology and critical mathematics education.
- In P. Valero & R. Zevenbergen (Eds.). *Researching the socio-political dimensions of mathematics education: Issues of power in theory and methodology*. Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers Group.
- Sousa, D. A., & Pilecki, T. (2013). *From STEM to STEAM: Using brain-compatible strategies to integrate the arts*. Corwin Press.
- Trend, D. (in press), (2001). *Welcome to cyberschool*. Boulder, CO: Rowman and Little®eld.
- Vaitekaitis, J. (2020). What labor market? A critical STEM supply shortage investigation: Lithuanian case. *The Journal of Education, Culture, and Society*, 11(2), 403-421.

- Valero, P. (2004). Socio-political perspectives on mathematics education. In P. Valero & R. Zevenbergen (Eds.). *Researching the socio-political dimensions of mathematics education: Issues of power in theory and methodology*. Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers Group.
- Vygotsky, L.S., (1978), *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*, Mass. Harvard University Press, Cambridge.
- Wallowitz L., de Freitas E.M, Hogan T., Linne R.(2008), *Critical Literacy in Math and Science* Adelphi University, New York, USA(198-200)
- Walshaw, M. (Ed.). (2005). *Mathematics education within the postmodern*. Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Weinstein, M., Blades, D., & Gleason, S. C. (2016). Questioning power: Deframing the STEM discourse. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 16(2), 201-212.
- Wells, G. (1999). *Dialogic inquiry: Towards a sociocultural practice and theory of education*. New York: Cambridge University Press.
- Woodard, J. (2019). Rotten STEM: How Technology Corrupts Education. *American Affairs*, III(3).
- Zevenbergen, R. (Ed.). (2004). *Researching the socio-political dimensions of mathematics education: Issues of power in theory and methodology*. New York, NY: Kluwer Academic Publishers.
- Ziman J.(1984) ,*An introduction to science studies: The philosophical and social aspects of science and technology* , Cambridge : Cambridge University Press
(COMAP, <http://www.comap.com/highschool/contests/himcm/2006problems.html>)

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.