



Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Οι Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση»

Διπλωματική Εργασία

Θέμα:

«Διδακτικές προσεγγίσεις των Φυσικών Επιστημών για την κοινωνική
δικαιοσύνη: περιεχόμενο, πρακτικές & προοπτικές»

Μεταπτυχιακή φοιτήτρια: Ειρήνη Φραγκούλη

A.M. : 217416

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

Ιωάννα Κατσιαμπούρα, Επίκουρη Καθηγήτρια, Επιβλέπουσα

Κωνσταντίνος Σκορδούλης, Καθηγητής

Θωμάς Μπαμπάλης, Καθηγητής

Αθήνα, 2024

Γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα εργασία με τίτλο «Διδακτική των φυσικών επιστημών για την κοινωνική δικαιοσύνη» αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές που έχω χρησιμοποιήσει έχουν δηλωθεί κατάλληλα στις βιβλιογραφικές παραπομπές και αναφορές. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Η εργασία εκφράζει τις θέσεις και τις απόψεις της συγγραφέως και όχι του πανεπιστημίου.

Η δηλούσα
Ειρήνη Φραγκούλη

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος «Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση» του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Η ολοκλήρωση της δεν θα είχε επιτευχθεί χωρίς την στήριξη πολλών ανθρώπων, γι' αυτόν ακριβώς το λόγο, αισθάνομαι την ανάγκη να τους ευχαριστήσω από καρδιάς.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στους καθηγητές κύριο Κωνσταντίνο Σκορδούλη και κύριο Θωμά Μπαμπάλη, για τις γνώσεις που μου προσέφεραν καθ' όλη την διάρκεια των προπτυχιακών και μεταπτυχιακών μου σπουδών, τις πολύτιμες συμβουλές, αλλά και για το γεγονός ότι δέχτηκαν να είναι μέλη της τριμελούς επιτροπής αξιολόγησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Ιδιαίτερη ευγνωμοσύνη και εκτίμηση θα ήθελα να εκφράσω στην επίκουρη καθηγήτρια κυρία Γιάννα Κατσιαμπούρα για την αστείρευτη έμπνευση, την επιμονή, τη συνεχή της ανατροφοδότηση και την αλληλεγγύη, κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας, όπως επίσης και για τους γνωστικούς ορίζοντες τους οποίους μου άνοιξε.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, τις φίλες μου και τους φίλους μου για την υπομονή, τη συμπαράσταση και το ενδιαφέρον που επέδειξαν όλο αυτό το διάστημα που χρειάστηκε για την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας. Τέλος, ένα ξεχωριστό ευχαριστώ στη συμφοιτήτρια και φίλη μου Έλενα Χατζημιχάλη για τη στήριξη και την πηγαία πάντα καλοσύνη της, χωρίς την οποία όλα θα ήταν λίγο πιο δύσκολα.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	5
Abstract.....	6
Πρόλογος.....	7
Εισαγωγή.....	8
Μεθοδολογία.....	9
Κεφάλαιο 1: Θεωρητικό πλαίσιο.....	12
1.1 Κριτική Παιδαγωγική.....	12
1.2 Η αξιοποίηση των φυσικών επιστημών για την κοινωνική δικαιοσύνη.....	17
1.2.3 Ο ρόλος της «εταιρικής επιστήμης».....	22
Κεφάλαιο 2: Το περιεχόμενο της εκπαίδευσης των φυσικών επιστημών.....	25
2.1 Περιβαλλοντική κρίση και κλιματική αλλαγή.....	27
2.1.1 Εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη (ΕΑΑ)	28
2.1.2 Οικοπαιδαγωγική.....	31
2.2 Υγειονομικός αλφαριθμητισμός.....	34
2.3 Διαφορετικότητα, κοινωνικός αποκλεισμός και συμπερίληψη.....	38
2.3.1 Αντιρατσιστική εκπαίδευση.....	39
2.3.2 Ζητήματα φύλου.....	43
2.3.3 Ζητήματα σεξουαλικής ταυτότητας.....	50
2.4 Ηθική και επιστήμη: Δεοντολογικά ζητήματα επιστήμης.....	56
2.5 Η ιστορία και η φύση της επιστήμης.....	59
2.5.1 Τοπικότητα και Πολλαπλότητα.....	64
2.6 Ψευδοεπιστήμες.....	68
Κεφάλαιο 3: Ο ρόλος και τα χαρακτηριστικά του/της εκπαιδευτικού των φ.ε.....	75
Κεφάλαιο 4: Μεθοδολογία, χαρακτηριστικά και πρακτικές της εκπαίδευσης των φ.ε.....	80
4.1 Διδακτικά μοντέλα.....	81
4.2 Ο εκδημοκρατισμός του μαθήματος και η συνεργασία με την κοινότητα.....	86
4.3 Πολυπολιτισμικότητα και το κοινωνικοπολιτισμικό υπόβαθρο των μαθητών/ριών...	90
4.4 Επιστημονική και καθημερινή γλώσσα.....	98
4.4.1 Οι επιστημονικές έννοιες στο έργο του L. Vygotsky.....	100
4.4.2 Η γλώσσα ως φορέας κοινωνικοπολιτισμικών χαρακτηριστικών.....	106

4.5. Το παράδειγμα της Beta.....	108
Κεφάλαιο 5: Τα εμπόδια στην εκπαίδευση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων.....	111
Συμπεράσματα.....	114
Εγχειρόμενα ερωτήματα και προεκτάσεις έρευνας.....	117
Βιβλιογραφία.....	121

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αναδείξει τα χαρακτηριστικά της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες με απώτερο στόχο την κοινωνική δικαιοσύνη, όπως ορίστηκε από το ρεύμα της κριτικής παιδαγωγικής τις τελευταίες δεκαετίες.

Η μελέτη επικεντρώθηκε στο περιεχόμενο και τη μεθοδολογία της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες υπό το πρίσμα της κριτικής παιδαγωγικής. Επιδιώχθηκε η ανάδειξη των βασικών κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων, τα οποία θα πρέπει να λειτουργούν είτε ως αφόρμηση ενδιαφέροντος είτε ως κεντρικός άξονας του μαθήματος που αποσκοπεί στη διαμόρφωση της κριτικής συνείδησης και την ενδυνάμωση του μαθητή και της μαθήτριας. Αυτά είναι τα εξής: περιβαλλοντική κρίση και κλιματική αλλαγή, υγειονομικός αλφαριθμητισμός, διαφορετικότητα και κοινωνικός αποκλεισμός, δεοντολογικά ζητήματα επιστήμης, ιστορία και φύση της επιστήμης και ψευδοεπιστήμες. Στη συνέχεια, παρουσιάστηκε η σημασία του ρόλου του/της εκπαιδευτικού, τα μεθοδολογικά χαρακτηριστικά και οι διδακτικές προσεγγίσεις με έμφαση σε ζητήματα πολυπολιτισμικότητας, επιστημονικής γλώσσας και εκδημοκρατισμού της μαθησιακής διαδικασίας.

Τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής αυτής έρευνας κατέδειξαν την πολυπαραγοντική και περίπλοκη φύση της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες, την επιτακτική ανάγκη για εφαρμογή της ομαδοσυνεργατικής διερευνητικής μεθόδου εκπαίδευσης, την παραδοχή ότι η επιστημονική γνώση επηρεάζεται από το κοινωνικοπολιτισμικό πλαίσιο μέσα στο οποίο διαμορφώνεται, τις υποκειμενικές και αντικειμενικές δυσκολίες που μπορεί ένας/μία εκπαιδευτικός να αντιμετωπίσει κατά τη διδακτική πράξη και τελικά πως ο επιστημονικός γραμματισμός καθίσταται ως απαραίτητος για τη επίτευξη μιας δικαιότερης κοινωνίας.

Κάποια από τα ερωτήματα με τα οποία επιδιώκει προσεγγιστικά να ασχοληθεί η παρούσα διπλωματική εργασία είναι το ποιοι είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες εν γένει, με ποιους τρόπους μπορεί ο/η εκπαιδευτικός να διαχειριστεί τη συζήτηση ευαίσθητων κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων, το πώς οι νεοφιλελεύθερες πολιτικές εξειδίκευσης της επιστημονικής γνώσης και ο συγκερασμός επιστήμης – τεχνολογίας – βιομηχανίας έχουν επηρεάσει την εικόνα των μαθητών και των μαθητριών για την επιστημονική γνώση.

Λέξεις κλειδιά: κριτική παιδαγωγική και φυσικές επιστήμες, διδακτική των φυσικών επιστημών, επιστήμη και κοινωνική δικαιοσύνη, κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα, εκδημοκρατισμός μαθήματος, problem solving, επιστημονικός γραμματισμός.

Abstract

The aim of this paper is to highlight the characteristics of teaching science with social justice for a goal, as defined by the critical pedagogy movement in recent decades.

This study focuses on the content and methodology of science teaching, i.e. "what" should be taught within science courses and "how", in the light of critical education. The aim is to bring together key socio-scientific issues, which should serve either as a stimulus of interest or as the central focus of the problem-solving course. Those being: environmental crisis and climate change, health literacy, diversity and social exclusion, ethical issues in science, history and nature of science and pseudoscience. The importance of the role of the teacher, methodological features and teaching practices will be outlined, with emphasis on issues of multiculturalism, scientific language, and democratization of the learning process.

The results of this bibliographic research tend to demonstrate the multifactorial and complex nature of science teaching, as well as the need for the implementation of collaborative inquiry learning. Furthermore, it supports the assumption that scientific knowledge is influenced by the socio-cultural context in which it is formed and the subjective and objective difficulties that a teacher may face in the teaching practice. Finally, the chief conclusion of this paper is that scientific literacy is a prerequisite for the creation of a society aiming for social justice.

"What are the factors that may influence the teaching of science in general?", "In what ways can a teacher manage the discussion of sensitive socio-scientific issues?", "How have neoliberal policies of specialization of the scientific knowledge and the conflation of science, technology and industry affected students' perception of scientific knowledge?" are some of the questions that this thesis seeks to address.

Key words: critical education and science, science teaching, science and social justice, socio-scientific issues, democratization of the course, problem solving.

Πρόλογος

Δημιουργεί η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες κριτικούς αναγνώστες ή χρησιμεύει ως ένα «τυφλό» όργανο παροχής δεξιοτήτων σε μια μορφή που «προσαρμόζεται» στις εκάστοτε κοινωνικές απαιτήσεις και στην τεχνολογική ανάπτυξη (Σκορδούλης, & Κατσιαμπούρα, 2019); Αυτό αποτέλεσε και το βασικό ερευνητικό ερώτημα της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Όπως τονίζει ο Σκορδούλης (2018), μια κριτική εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες πρέπει να περιλαμβάνει στους στόχους της την κριτική κατανόηση της χρήσης των φυσικών επιστημών στο κοινωνικό, οικονομικό και πολιτικό σύστημα, από το επίπεδο των καθημερινών οικονομικών συναλλαγών μέχρι την κριτική ερμηνεία θεμάτων που προβάλλονται από τα μέσα ενημέρωσης, καθώς και την αντίληψη των φυσικών επιστημών ως κεντρικού στοιχείου της ανθρώπινης κουλτούρας μέσα από τη μελέτη και ανάλυση της ιστορικής εξέλιξης των φυσικών επιστημών και της επίδρασης του κοινωνικού πλαισίου σε αυτή την εξέλιξη (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019).

Επομένως, το ερώτημα που γεννάται είναι πώς οι φυσικές επιστήμες μπορούν να καταστούν ένα εργαλείο κατανόησης της σύγχρονης πραγματικότητας σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο. Προτού όμως διερευνηθεί η μεθοδολογία της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες με στόχο την κοινωνική δικαιοσύνη, καθίσταται ως απαραίτητο να προσδιοριστεί το περιεχόμενο της δηλαδή ποια είναι τα κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα πάνω στα οποία πρέπει να δομηθεί ένα μάθημα φυσικών επιστημών για την κοινωνική δικαιοσύνη. Τέλος, παρουσιάζονται οι εξωσχολικοί παράγοντες που υπεισέρχονται στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες και πώς αυτοί επηρεάζουν την επιστημονική γνώση του/της μαθητή/ήτριας. Στόχος πάντα αποτελεί η προσαρμογή στο προσωπικό εννοιολογικό σύστημα του/της έτσι ώστε η νέα γνώση να μπορεί να αφομοιωθεί και στη συνέχεια να εφαρμοστεί ώστε να επιλυθούν προβλήματα της κοινότητας και κατ' επέκταση της κοινωνίας συνολικότερα.

Βασική παράμετρος αποτελεί ο/η εκπαιδευτικός ως υποκείμενο με το δικό του/της αξιακό υπόβαθρο και ως μετασχηματιστής/ρια της επιστημονικής γνώσης ο/η οποίος/α καλείται να αναγνώσει και να διαχειριστεί όχι μόνο τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των μαθητών/ριών και του τόπου τους αλλά και παράγοντες όπως τα Α.Π.Σ., τη στάση του εκπαιδευτικού φορέα στον οποίο εργάζεται, την οικογένεια των μαθητών/ριών κ.α. Όλα τα παραπάνω αποτελούν κάποια από τα αντικείμενα μελέτης της παρούσας εργασίας.

Εισαγωγή

Η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες για την κοινωνική δικαιοσύνη είναι ένα πεδίο που έχει απασχολήσει σε μεγάλο βαθμό τους/τις θεωρητικούς και τους/τις μελετητές/ήτριες της κριτικής παιδαγωγικής. Τις τελευταίες δεκαετίες έχει γίνει πλήθος ποσοτικών και ποιοτικών ερευνών για την διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο αυτή μπορεί να επιτευχθεί π.χ. Hansson και Yacoubian (2021), Ajaps και Mbah (2022), Bringle, Clayton και Bringle (2015), Brown και Joyce (2023), Daniel (2016), Jorgenson, Stephens και White (2019), Nardi (2021), Wistrøm και Madsen (2018), Shih (2018). Στόχος αυτής της εργασίας είναι η μελέτη τέτοιων ερευνών και η αποτύπωση του δημόσιου επιστημονικού διαλόγου.

Η έρευνα διαρθρώνεται σε πέντε βασικά κεφάλαια. Αρχικά λοιπόν, προσδιορίστηκε το θεωρητικό πλαίσιο σύμφωνα με τις αρχές της κριτικής επιστημονικής εκπαίδευσης. Εν συνεχεία, αναλύθηκε το περιεχόμενο της εκπαίδευσης και τα κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα που θα πρέπει να εξετάζει, όπως προέκυψαν μέσα από τη διεξοδική μελέτη της βιβλιογραφίας. Πιο συγκεκριμένα, οι πιο συχνά εμφανιζόμενες και σημαντικότερες θεματικές υπήρξαν η περιβαλλοντική κρίση, ο υγειονομικός αλφαριθμητισμός, τα ζητήματα μειονοτήτων και κοινωνικών αποκλεισμών (έθνος, φύλο, σεξουαλική ταυτότητα), ηθικά ζητήματα της επιστήμης, η ιστορία και η φύση της επιστήμης και οι ψευδοεπιστήμες. Παραπλεύρως προσεγγίστηκαν και έννοιες όπως αυτές της τοπικότητας και της πολλαπλότητας.

Έπειτα, στο τρίτο κεφάλαιο αναδείχτηκε ο ρόλος του/της εκπαιδευτικού και πώς το δικό του/της πολιτικοκοινωνικό υπόβαθρο επηρεάζει τη διδακτική πράξη και ποια είναι τα στοιχεία που πρέπει να έχει ώστε να μπορέσει να ανταπεξέλθει στις ανάγκες μιας κοινωνικοεπιστημονικής προσέγγισης. Στο τέταρτο κεφάλαιο, παρουσιάστηκαν λεπτομερώς η μεθοδολογία, τα χαρακτηριστικά και οι πρακτικές εκπαίδευσης δηλαδή τα διδακτικά μοντέλα, οι τρόποι εκδημοκρατισμού της τάξης φυσικών επιστημών, το κοινωνικοπολιτισμικό υπόβαθρο των μαθητών και των μαθητριών ως βασικός παράγοντας που θα πρέπει ο/η εκπαιδευτικός να λάβει υπόψιν του/της κατά τον σχεδιασμό και την οργάνωση του μαθήματος, η επιστημονική γλώσσα σε αντιπαράβολή με την καθημερινή γλώσσα και το έργο του Vygotsky ο οποίος ασχολήθηκε εκτενώς με το ζήτημα των επιστημονικών εννοιών στο έργο του *Σκέψη και Γλώσσα* που εκδόθηκε το 1934 και συγκεκριμένα στο έκτο κεφάλαιο *Έρευνα της ανάπτυξης επιστημονικών εννοιών στην παιδική ηλικία*. Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο παρατίθενται κάποια βασικά προβλήματα και εμπόδια τα οποία συνήθως αντιμετωπίζει ο/η εκπαιδευτικός στο να εφαρμόσει όλα τα παραπάνω.

Τέλος, καταγράφονται κάποια βασικά συμπεράσματα, εγχειρόμενα ερωτήματα και προοπτικές για επιπλέον έρευνα.

Μεθοδολογία

Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθεται η μεθοδολογική διαδικασία που ακολουθήθηκε με σκοπό να διερευνηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα. Πρόκειται για μια ποιοτική έρευνα, όπου πραγματοποιείται ανάλυση περιεχομένου πρωτογενών και δευτερογενών βιβλιογραφικών πηγών όπως επίσης και άρθρων από επιστημονικά διεθνή περιοδικά με εστιασμένο το ενδιαφέρον σε αυτά των τελευταίων δύο δεκαετιών. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται επιγραμματικά η πορεία της ερευνητικής διαδικασίας που ακολουθήθηκε:

1. Καθορισμός του ερευνητικού ερωτήματος

Το αρχικό ερευνητικό ερώτημα που οδήγησε στην παρούσα έρευνα είναι το πώς η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες μπορεί να συντελέσει στη διαμόρφωση της κοινωνικής συνείδησης του/ης μαθητή/ήτριας με στόχο μία δικαιότερη κοινωνία.

Μέσω της μελέτης της διεθνούς βιβλιογραφίας τα κυρίαρχα επιμέρους ερωτήματα που προέκυψαν ήταν τα εξής:

- Ποιο θα πρέπει να είναι το περιεχόμενο της εκπαίδευσης των φυσικών επιστημών; (Σκορδούλης 2009 -Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019 - McGregor, 2003 - Hodson, 1994 - Finkel, 2018 - Bell, 2016)
- Σε τι βαθμό επηρεάζει η νεοφιλελεύθερη εκπαιδευτική πολιτική την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες και την εικόνα των μαθητών/τριών για αυτές; (Barton 2001 - Kincheloe, McLaren, 2011 - Giroux, 2014 - Solbes, Traver, 2003 - Shih, 2018 - Roberts, 2011- Bayne, 2009)
- Ποια πρέπει να είναι τα χαρακτηριστικά του/της εκπαιδευτικού των φυσικών επιστημών; (Hodson, 1999 - Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023 - Freire, 1974 - Barton, Upadhyay, 2010 -Bizzell, 2014)
- Ποια είναι τα μοντέλα εκπαίδευσης που μπορούν να κάνουν τους μαθητές και τις μαθήτριες να υιοθετήσουν έναν επιστημονικό τρόπο σκέψης; (Pitpiorntapin, Torcu, 2016 - McComas, 2014 - Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023 – Häkkinen et al., 2017 - Daniel, 2016)
- Πώς μπορεί να επιτευχθεί ο εκδημοκρατισμός του μαθήματος; (Wistrøm, Madsen, 2018 – Säily et al., 2021 - Kolstø, 2008 - Bringle, Clayton, Bringle, 2015)
- Πώς μπορεί ο/η εκπαιδευτικός να διαχειριστεί τις αντικειμενικές δυσκολίες που προκύπτουν σε μία πολυπολιτισμική τάξη; (Ajaps, Mbah, 2022 -Upadhyay, Barton,

Zahur, 2005 - Sheth, 2019 – Huang et al., 2016 - Gruenewald, 2003 – Brown, Joyce, 2023)

- Πώς μπορεί να διασφαλιστεί η ανάδειξη όλων των «διαφορετικών φωνών» κατά την εκπαίδευση; (Κατσιαμπούρα 2024 - Nardi, 2021- Capobianco, 2007 - Wigginton, Lafrance, 2019 - Reiss, 2019 - Letts, 2001 - Harding, 1991 - Gunckel, 2009 & 2019 - Chaudhary, Berhe, 2020)
- Πώς ένας/μία εκπαιδευτικός μπορεί επιτύχει τον εκδημοκρατισμό και την πολυφωνία στην τάξη του/της, χωρίς να μπει σε σχετικιστικά «επιστημονικά μονοπάτια»; (βλ. Mugaloglu, 2014 - National Research Council, 2012 - Zaboski, Therriault, 2019)
- Τι πρέπει να προσέξει ο/η εκπαιδευτικός στη χρήση της επιστημονικής γλώσσας και πώς μπορεί να γίνει πιο προσιτή στους/στις μαθητές/ήτριες; (Vygotsky, 1993 - Δαφέρμος, 2002 - Somerville, Faltis, 2019 - Howe, 1996 - Conteh, 2018 - Charamba, 2020)
- Ποια είναι τα προβλήματα και τα εμπόδια που θα πρέπει ο/η εκπαιδευτικός να ξεπεράσει ώστε να επιτύχει τους διδακτικούς και παιδαγωγικούς του/της στόχους; (Saunders & Rennie, 2011 - Shapira-Lishchinsky, 2010 - Bayne, 2009)

Όπως διαφαίνεται από τα παραπάνω γεννόμενα ερωτήματα, η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες δεν είναι αποκομμένη από τις προσεγγίσεις για την εκπαίδευση εν γένει, καθώς για την αποτελεσματικότερη εφαρμογή των προτεινόμενων μεθόδων και πρακτικών καθίσταται ως απαραίτητη η συνολικότερη αναδιάρθρωση και ο μετασχηματισμός των εκπαιδευτικών πολιτικών σε όλες τις βαθμίδες (Kincheloe, 2001). Για παράδειγμα, όπως θα διαπιστωθεί και παρακάτω, ζητήματα όπως ο εκδημοκρατισμός της μαθησιακής διαδικασίας, η αντιρατσιστική, διαπολιτισμική και δίχως κοινωνικούς αποκλεισμούς εκπαίδευση, η αξιοποίηση σύγχρονων ψηφιακών μέσων κ.α. δεν αφορούν μόνο των τομέα των φυσικών επιστημών. Επομένως, με στόχο μια πιο δίκαιη κοινωνία όσα θα παρουσιαστούν μπορούν να έχουν προεκτάσεις σε όλες της θεματικές της εκπαίδευσης.

2. Αναζήτηση, αξιολόγηση & οργάνωση της βιβλιογραφίας

Αρχικά, κριτήριο της αναζήτησης της βιβλιογραφίας ήταν η μελέτη των απόψεων των βασικών εκπροσώπων της κριτικής παιδαγωγικής σε διεθνές και εθνικό επίπεδο όπως του Freire, του Hodson, του McLaren, της Barton, του Giroux, του Σκορδούλη και της Κατσιαμπούρα τα κείμενα των οποίων αποτέλεσαν τη ραχοκοκαλιά της παρούσας μελέτης. Έπειτα από την πρωτογενή και δευτερογενή καταγραφή των ερευνητικών ερωτημάτων, άρχισε η αναζήτηση και κατανομή νέων πηγών με βάση τις νέες επιμέρους θεματικές με κριτήριο λέξεις κλειδιά, τους προλόγους των σχετικών άρθρων και τη μελέτη της βιβλιογραφίας των άρθρων που είχαν ήδη αξιοποιηθεί, με αποτέλεσμα την ανακάλυψη νέων σπουδαίων φυσιογνωμιών που ασχολήθηκαν με κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα όπως τη Harding, τον Kincheloe, τον Aronowitz, τη McGregor κ.α. και νέων ερευνητών και ερευνητριών που οδηγούνται προς αυτή την κατεύθυνση όπως την Gunckel, τη Nardi κ.α.

Κεφάλαιο 1: Θεωρητικό πλαίσιο

1.1. Κριτική Παιδαγωγική

Η κριτική παιδαγωγική ορίζεται ως μια σχολή εκπαιδευτικής σκέψης και πρακτικής που στοχεύει στον μετασχηματισμό των υφιστάμενων δομών προς κοινωνίες ισότητας, κοινωνικής δικαιοσύνης, περιβαλλοντικής βιωσιμότητας και συλλογικότητας (Κατσιαμπούρα, 2024). Η ιστορική αναδρομή αναφορικά με την κριτική παιδαγωγική, ξεκινάει από τη Σχολή της Φραγκφούρτης και το «τέλος του ατομικού», τον «φορντισμό», τη μαζική παραγωγή και το καθεστώς ομογενοποίησης του κεφαλαίου, με αφετηρία την περίοδο του Μεσοπολέμου, κατά την οποία η δημόσια εκπαίδευση και τα προγράμματα σπουδών άρχισαν να αποκτούν έναν πιο τυποποιημένο χαρακτήρα που αποσκοπεί στη μαζικοποίηση και τον κοινωνικό έλεγχο (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019).

Ωστόσο, κανένας από τους θεωρητικούς της σχολής της Φραγκφούρτης δεν ισχυρίστηκε ποτέ ότι ανέπτυξε μια ενιαία προσέγγιση της πολιτισμικής κριτικής (Kincheloe, McLaren, 2011). Αφετηριακά, ο Μαξ Χορκχάιμερ, ο Θίοντορ Αντόρνο και ο Χέρμπερτ Μαρκούζε ξεκίνησαν μια συνομιλία με τη γερμανική παράδοση της φιλοσοφικής και κοινωνικής σκέψης, κυρίως με αυτή του Μαρξ, του Καντ, του Χέγκελ και του Βέμπερ (Kincheloe, McLaren, 2011). Επηρεασμένοι από τις καταστροφές του Α' Παγκοσμίου Πολέμου, τη μεταπολεμική Γερμανία με την οικονομική ύφεση που χαρακτηρίστηκε από πληθωρισμό και ανεργία, καθώς και τις αποτυχημένες απεργίες και διαμαρτυρίες στη Γερμανία και την Κεντρική Ευρώπη την ίδια περίοδο, διαπίστωσαν την ανάγκη για μια επανερμηνεία του κοινωνικού γίνεσθαι αμφισβητώντας τη μαρξιστική ορθοδοξία, ενώ παράλληλα εμβάθυναν την πεποίθησή τους ότι η αδικία και η υποταγή διαμορφώνουν τον βιωμένο κόσμο (Kincheloe, McLaren, 2011). Επικεντρώνοντας την προσοχή τους στη μεταβαλλόμενη φύση του καπιταλισμού, οι πρώτοι κριτικοί θεωρητικοί ανέλυσαν τις μορφές κυριαρχίας που συνόδευαν αυτόν τον μετασχηματισμό (Kincheloe, McLaren, 2011).

Ένα άλλο ρεύμα που εμφανίζεται μετά από αυτό της σχολής της Φραγκφούρτης είναι αυτό των Βρετανικών Πολιτισμικών Σπουδών (British Cultural Studies, BCS) οι οποίες ανέπτυξαν διεπιστημονικά προγράμματα για τη μελέτη της σχέσης κουλτούρας, κοινωνίας

και πολιτικής, και διατύπωσαν κριτικές για τον ακαδημαϊκό κατακερματισμό και τη μονοθεματικότητα επιμένοντας ότι η κουλτούρα πρέπει να μελετηθεί μέσα στο κοινωνικό πλαίσιο που παράγεται και «καταναλώνεται» και κατ' επέκταση η μελέτη της συνδέεται στενά με τη μελέτη της κοινωνίας, της πολιτικής και της οικονομίας (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019).

Ωστόσο, από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 μέχρι σήμερα, οι Πολιτισμικές Σπουδές στη Μεγάλη Βρετανία και τη Βόρεια Αμερική στράφηκαν από τη σοσιαλιστική και ενίοτε μαρξιστική προσέγγιση που υιοθέτησαν στην αρχική περίοδό τους, στις μεταμοντέρνες θεωρίες της πολιτικής της ταυτότητας και σε μια λιγότερο κριτική στάση απέναντι στα μέσα μαζικής ενημέρωσης και την κουλτούρα της κατανάλωσης (Giroux, 2014). Είναι αυτή η φάση του νεοφιλελευθερισμού όπου εδραιώνεται ως μια μηχανή απεικόνισης που αναδιαμορφώνει την κοινωνική ταυτότητα μετατρέποντας τα πολιτικά υποκείμενα σε καταναλωτικά και εμπορεύσιμα υποκείμενα (Giroux, 2014).

Από την άλλη, ένα θεωρητικό ρεύμα εντός των Πολιτισμικών Σπουδών, που εξακολουθεί να αναπτύσσεται από τα τέλη της δεκαετίας του '70 μέχρι σήμερα, αναλύει θεωρητικά τον κοινωνικό μετασχηματισμό από τον μονοπωλιακό καπιταλισμό ή φορντισμό στο νέο καθεστώς του κεφαλαίου, γνωστό είτε ως «μεταφορντισμός» σύμφωνα με τον Harvey (1989) είτε ως «μεταμοντέρνο» σύμφωνα με τον Jameson (1991) (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Κατά τη φάση αυτή, το ενδιαφέρον δεν εστιάζεται πλέον στη μελέτη της οικονομίας, της ιστορίας και της πολιτικής ως παράγοντες διαμόρφωσης του υποκειμένου αλλά δίνεται έμφαση στην τοπικότητα, την επιθυμία, την κατανάλωση και την κατασκευή υβριδικών ταυτοτήτων υιοθετώντας έτσι, σταδιακά, την προβληματική του μεταμοντέρνου (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019).

Όπως αναφέρει ο McLaren (2001), σε αυτό το στάδιο του καπιταλισμού η μάθηση περιθωριοποιείται λόγω της έμφασής της στην καπιταλιστική συσσώρευση (Barton, 2001). Η επιστημονική έρευνα, η εκπαίδευση και ο καπιταλισμός είναι πλέον αλληλεξαρτώμενες και συγχρόνως η εξάλειψη του δημόσιου τομέα, η επιβολή πολιτικών ελεύθερου εμπορίου και η περικοπή της κρατικής χρηματοδότησης οξύνουν τις κοινωνικοοικονομικές ανισότητες μεταξύ των πληθυσμών στις προηγμένες δημοκρατίες (Barton, 2001).

Ο Marx ανέλυσε το φετιχισμό των εμπορευμάτων ως την κατάσταση στην καπιταλιστική παραγωγή δια μέσου της οποίας οι σχέσεις μεταξύ των ανθρώπων παίρνουν το χαρακτήρα των σχέσεων μεταξύ πραγμάτων και αποκτούν μια πλαστή αντικειμενικότητα (Σκορδούλης,

Κατσιαμπούρα, 2019: σ.180). Στο πλαίσιο της καταπιεστικής εξουσίας και της ικανότητάς της να παράγει ανισότητες, η έννοια της ηγεμονίας του Αντόνιο Γκράμσι έχει κεντρική σημασία (Kincheloe, McLaren, 2011). Ο Γκράμσι κατανόησε ότι η κυρίαρχη εξουσία δεν κάνει χρήση μόνο της φυσικής βίας ως μέσο επιβολής, αλλά αντιθέτως επιδιώκει τη συναίνεση των ανθρώπων μέσω πολιτιστικών θεσμών όπως τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, τα σχολεία, την οικογένεια και την εκκλησία αναγνωρίζοντας ότι πρόκειται για μια πολυσύνθετη διαδικασία (Kincheloe, McLaren, 2011). Έτσι, σύμφωνα με τον Storey, οι εκμεταλλευόμενες κοινωνικές ομάδες και τάξεις σταδιακά ευθυγραμμίζουν τις αξίες, τους στόχους, τα πολιτισμικά και πολιτικά χαρακτηριστικά τους με τις κυρίαρχες μορφές ιδεολογίας και εξουσίας (Κατσιαμπούρα 2024). Ακόμη και τα πιο προοδευτικά μέρη της κοινωνίας συγκαταλέγονται μέσα στο ηγεμονευόμενο μέρος του πληθυσμού (Kincheloe, McLaren, 2011). Αυτό που ουσιαστικά επιτυγχάνεται μέσω αυτής της συναίνεσης είναι η νομιμοποίηση των άνισων κοινωνικών σχέσεων σε τέτοιο βαθμό ώστε να θεωρούνται φυσιολογικές και αποδεκτές από το σύνολο της κοινωνίας (Kincheloe, McLaren, 2011). Όπως επισημαίνει η Massey (2013), πρόκειται για μια εσωτερίκευση του συστήματος που μπορεί δυνητικά να διαβρώσει την ικανότητά του υποκειμένου ακόμη και να είναι σε θέση να φανταστεί ότι θα μπορούσε να υπάρξει μια διαφορετική κοινωνική δομή και εξέλιξη (Giroux, 2014). Έτσι, οι ομάδες εξουσίας αποσπούν τη δημόσια συναίνεση των εξουσιαζόμενων, οι οποίοι ακούσια πια συμμετέχουν στην υποταγή τους μέσω της αποδοχής αξιών και κοινωνικών πρακτικών που καθορίζονται από τις ομάδες εξουσίας (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019).

Στο περίφημο έργο τους *Teaching against Global Capitalism and the New Imperialism: A Critical Pedagogy*, οι McLaren και Farahmandpur (2005) τονίζουν ότι η παγκοσμιοποίηση είναι ένας παραπλανητικός και κατ' ευφημισμόν όρος που συγκαλύπτει το «άσχημο» πρόσωπό της: τον ιμπεριαλισμό και ιδιαίτερα τον πολιτισμικό ιμπεριαλισμό, το σχέδιο των δυτικών κοινωνιών για μονομερή υπεροχή και παγκόσμια κυριαρχία, την εκμετάλλευση της εργασίας, την ομογενοποίηση των μέσων ενημέρωσης και, τέλος, έναν καπιταλισμό που μετατρέπει το φυσικό περιβάλλον σε μια αλυσίδα εμπορικών κέντρων (Planet Mall), για βραχυπρόθεσμα κέρδη εις βάρος της οικολογικής υγείας και της ανθρώπινης αξιοπρέπειας (Κατσιαμπούρα, 2024). Επομένως, κατά την άποψη των συγγραφέων, η παγκοσμιοποίηση «κανιβαλίζει τη ζωή στο σύνολό της» (Κατσιαμπούρα, 2024: σ.8).

Σε αυτό το πλαίσιο αναναδύθηκαν ρεύματα όπως αυτό της κριτικής παιδαγωγικής. Η κριτική παιδαγωγική, όπως αναφέρει ο Rhem (2013), θεωρεί ότι η εκπαίδευση είναι εγγενώς πολιτική και ο απώτερος στόχος της εκπαίδευσης είναι η κοινωνική αλλαγή, μία προσέγγιση που προέκυψε κυρίως από το έργο του Βραζιλιάνου φιλοσόφου Paulo Freire (Dawkins-Moultin, McDonald, Mckyer, 2016). Ο Freire πίστευε ότι ο ρόλος της εκπαίδευσης ήταν να αυξήσει την κριτική συνείδηση που θα οδηγήσει τους ανθρώπους να οργανωθούν ώστε να αλλάξουν τις κοινωνικές τους συνθήκες (Dawkins-Moultin, McDonald, Mckyer, 2016). Προσδιόρισε τη γλώσσα ως το όχημα για τη συνειδητοποίηση καθώς μέσω του διαλόγου, οι άνθρωποι είναι σε θέση να ονομάσουν, να αναρωτηθούν και να επαναπροσδιορίσουν την πραγματικότητά τους (Nyirenda, 1996). Οι Wallerstein και Bernstein (1988) περιγράφουν την κριτική παιδαγωγική ως την προσπάθεια για τον προσδιορισμό των προβλημάτων τους, την κριτική αξιολόγηση των κοινωνικών και ιστορικών ριζών των προβλημάτων αυτών, τον οραματισμό μιας πιο υγιούς κοινωνίας και την ανάπτυξη στρατηγικών για την υπέρβαση των εμποδίων (Dawkins-Moultin, McDonald, Mckyer, 2016) και, όπως προτρέπει ο Kincheloe τους/τις εκπαιδευτικούς και τους/τις μαθητές/ήτριες, να εξετάζουν όχι μόνο τους δημοφιλείς τομείς, αλλά και τους κρυμμένους κανόνες που διαμορφώνουν την πολιτιστική παραγωγή γενικότερα (Kincheloe, 2001). Ο στόχος της κριτικής παιδαγωγικής λοιπόν είναι οι ενεργοποιημένοι, ενημερωμένοι με κριτική συνείδηση πολίτες (Dawkins-Moultin, McDonald, Mckyer, 2016).

Μια κριτική επιστημονική προσέγγιση επιτρέπει την αντιμετώπιση της μεταβαλλόμενης πολυπλοκότητας της καθημερινής ζωής, ξεπερνώντας τη συνήθη προσέγγιση που βάζει τα κοινωνικά υποκείμενα στη διαδικασία διατύπωσης σκέψεων όπως: *«Με δίδαξαν με αυτόν τον τρόπο. Αυτός είναι ο τρόπος κι έτσι γινόταν πάντα. Αυτό είναι το μόνο που ξέρω να κάνω. Αυτό λέει το εγχειρίδιο. Θα απολυθώ αν δεν το κάνω με αυτόν τον τρόπο. Αυτό λέει το πρόγραμμα σπουδών ότι πρέπει να διδάξω»* (McGregor, 2003: σ.1). Έτσι η κριτική επιστημονική προσέγγιση βοηθά στη διερεύνηση κάτω από τις επιφανειακές έννοιες των λέξεων και των συμβόλων ώστε να κατανοηθούν τα βαθύτερα αίτια των προβλημάτων έναντι της αντιμετώπισης των συμπτωμάτων από μια τεχνική προοπτική γρήγορης διόρθωσης (McGregor, 2003).

Εν μέσω μιας πολιτικής παραγωγής επιθυμιών, αναγκών και αξιών ως μια μορφή δεύτερης φύσης, που εσωτερικεύεται ως συνήθεια και κοινή λογική (Giroux, 2014) και χρησιμοποιεί μηχανισμούς όπως το σχολείο για την αναπαραγωγή της, απαιτείται μια νέα κατανόηση της εκπαιδευτικής δύναμης του πολιτισμού και της κεντρικής σημασίας της παιδαγωγικής

προτείνοντας μια νέα εκπαιδευτική πολιτική που απαιτεί νέους τρόπους κοινωνικής ευθύνης και εμπλοκής των πολιτών με στόχο *τη μετάφραση της πολιτικής οργής σε πολιτικό και ηθικό θάρρος* (Giroux, 2014: σ.497). Όπως αναφέρει ο Gertzler το 1999, εάν οι άνθρωποι μπορούν να διδαχθούν και να αναγνωρίζουν ότι η κατάστασή τους μπορεί να βελτιωθεί, είναι πιο πιθανό να συνεργαστούν για να επιτύχουν αυτή την απελευθέρωση, διαφορετικά, συνεχίζουν να παραμένουν εξαρτημένοι από τους κοινωνικούς τους ρόλους και να αποδέχονται τη θέση τους, βρίσκοντας τρόπους προσαρμογής μέσω της συμμόρφωσης (McGregor, 2003). Ο πυρήνας αυτής της ιδέας είναι ότι η εξέταση του ιστορικού πλαισίου της τρέχουσας πραγματικότητας αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της αλλαγής των κοινωνικών δομών και συνθηκών, αποσκοπώντας στην ατομική ευτυχία και την κοινωνική αυτονομία μέσα στην κοινότητα και όχι εις βάρος της (McGregor, 2003). Μία τέτοια προσέγγιση της κριτικής επιστήμης βοηθάει τους ανθρώπους να κερδίσουν την προσωπική ελευθερία από εσωτερικούς περιορισμούς όπως οι προκαταλήψεις, η έλλειψη ικανοτήτων ή οι απόψεις τους για κάποιο ζήτημα αλλά και κοινωνική ελευθερία από εξωτερικούς περιορισμούς όπως η καταπίεση, ο αποκλεισμός, η κατάχρηση των σχέσεων εξουσίας (McGregor, 2003). Όπως επεσήμανε ο ίδιος ο Freire (2000), μόνο όταν μία καταπιεστική συνθήκη βελτιώνεται, οι άνθρωποι μπορούν να διαπιστώσουν ότι η κατάσταση των καταπιεσμένων κοινωνικών στρωμάτων μπορεί να βελτιωθεί, καθώς η συνείδηση του ατόμου αυξάνεται σταδιακά και είναι σε θέση να αντιληφθεί τη μεταβαλλόμενη φύση του κόσμου (Yi-Huang Shih, 2018). Με άλλα λόγια, όταν *οι καταπιεσμένοι/ες βρίσκονται σε μια καταπιεστική κατάσταση, έχουν λιγότερη συνείδηση της αφύπνισής τους* (Yi-Huang Shih, 2018: σ.64).

Επιπρόσθετα, η κριτική παιδαγωγική θα πρέπει να αλληλοεπιδρά με τα ριζοσπαστικά πολιτικά και κοινωνικά κινήματα. Όπως υπογραμμίζει ο Giroux (2014), η προσπάθεια για βελτίωση της δημόσιας εκπαίδευσης είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την προσπάθεια για την καταπολέμηση οποιασδήποτε μορφής κοινωνικής αδικίας κάτι το οποίο τίθεται σε μια ρεαλιστική βάση μόνο μέσω του συλλογικού συνειδησιακού μετασχηματισμού και της οικοδόμησης κοινωνικών κινημάτων με ευρεία βάση και παγκόσμια εμβέλεια (Giroux, 2014).

Σύμφωνα με τον McLaren (2001), η κριτική παιδαγωγική αξιολογεί την εκπαιδευτική πολιτική και πρακτική, με βασικά κριτήρια την κινητοποίηση της εργατικής τάξης, την ένταξη όλων των κοινωνικών ομάδων ανεξαρτήτως φύλου, φυλής, τάξης και σεξουαλικής ταυτότητας, την αποσταθεροποίηση των πατριαρχικών δομών καταπίεσης, την αποδόμηση

των προνομίων του δυτικού κόσμου και την παροχή ευκαιριών ανάλυσης των αντιφάσεων μεταξύ των δυνάμεων και των σχέσεων της παραγωγής (Barton, 2001).

Επομένως, βασική εκπαιδευτική αρχή της κριτικής παιδαγωγικής αποτελεί το ότι τα ζητήματα κοινωνικής δικαιοσύνης είναι αναπόσπαστο μέρος των δραστηριοτήτων εκπαίδευσης και μάθησης (Freire, 1974). Παρακάτω, θα παρουσιαστούν προσεγγίσεις οι οποίες υποστηρίζουν ότι ακριβώς σε αυτή την προσπάθεια διαμόρφωσης της συνείδησης του υποκειμένου και κατ' επέκταση του κοινωνικού συνόλου, μπορεί να συμβάλει καθοριστικά η εκπαίδευση των φυσικών επιστημών.

1.2. Η αξιοποίηση των φυσικών επιστημών για την κοινωνική δικαιοσύνη

Η παρούσα ενότητα θα αναφερθεί στην κοινωνική αναγκαιότητα για επιστημονικό γραμματισμό και θα απαντήσει στο γιατί η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες είναι απαραίτητος αρωγός στην προσπάθεια για κοινωνική δικαιοσύνη. Επιπλέον, θα σχολιαστεί η συγκερασμός καπιταλιστικού τρόπου παραγωγής και εκπαίδευσης και πως αυτή οδήγησε σε αυτό που χαρακτηρίζεται ως «εταιρική επιστήμη».

Με αφετηρία τον 20^ο αιώνα μέχρι και σήμερα, η σύμπραξη καπιταλισμού - εκπαίδευσης - επιστήμης αποτελεί το θεμέλιο της επιστημονικής εκπαίδευσης που αποσκοπεί στην κερδοφορία και τον έλεγχο εις βάρος της κοινωνικής δικαιοσύνης και της ανθρώπινης αξιοπρέπειας. Επομένως, υπάρχει η κοινωνική αναγκαιότητα η επιστημονική εκπαίδευση να προσανατολιστεί προς τη διαμόρφωση ενός μορφωμένου πληθυσμού που θα αποτελέσει το ανάχωμα για ένα βιώσιμο μέλλον της ανθρωπότητας (Barton, 2001). Ο Mc Laren (2001) αναφέρει ότι, ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του '90, η εφαρμογή νεοφιλελεύθερων πολιτικών με στόχο την κερδοφορία στη δημόσια εκπαίδευση, υπό το πρόσχημα μιας αναδιάρθρωσης του εκπαιδευτικού συστήματος μέσω επιχειρηματικών συμπράξεων και ιδιωτικοποιήσεων, έχει ως αποτέλεσμα την ταύτιση και συμπίεση της εκπαιδευτικής πολιτικής με τον μετασχηματισμό της παγκόσμιας οικονομίας (Barton, 2001).

Επομένως, υπό αυτές τις συνθήκες η αναγκαιότητα για κοινωνική δικαιοσύνη είναι συγχρόνως στόχος και διαδικασία. Ο στόχος της είναι η πλήρης και ισότιμη συμμετοχή των ανθρώπων από όλες τις κοινωνικές ομάδες σε μια κοινωνία που διαμορφώνεται αμοιβαία ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες τους (Bell, 2016). Η διαδικασία επίτευξης

αυτού του στόχου θα πρέπει να έχει τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά δηλαδή να διακατέχεται από δημοκρατικότητα και συμμετοχικότητα αντιμετωπίζοντας την ανθρώπινη δράση ως φορέα αλλαγής (Bell, 2016).

Ωστόσο, όπως έχει υποστηρίξει η Moje (2007), η κοινωνικά δίκαιη εκπαίδευση της επιστήμης διαφέρει από την εκπαίδευση της επιστήμης με στόχο την κοινωνική δικαιοσύνη (Barton, Upadhyay, 2010). Η διαφορά τους έγκειται στο ότι ενώ η κοινωνικά δίκαιη εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες αφορά την πρόσβαση όλων των παιδιών σε ίσες ευκαιρίες (το δικαίωμα σε ένα ποιοτικό εκπαιδευτικό σύστημα σε όλα τα επίπεδα, με επαρκή χρηματοδότηση), η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες για κοινωνική δικαιοσύνη παρέχει ευκαιρίες για αμφισβήτηση και αναδόμηση της γνώσης (Barton, Upadhyay, 2010). Η παιδαγωγική της κοινωνικής δικαιοσύνης πρέπει, με άλλα λόγια, να προσφέρει δυνατότητες για μετασχηματισμό, όχι μόνο του/της μαθητή/ριας αλλά και του κοινωνικού και πολιτικού πλαισίου στο οποίο λαμβάνει χώρα η μάθηση και κάθε άλλη κοινωνική δράση (Barton, Upadhyay, 2010).

Επομένως, καθίσταται απαραίτητη η πρόσβαση στην επιστημονική γνώση χωρίς την οποία οι νέοι/ες δε θα έχουν την ευκαιρία να εμπλακούν στον κόσμο με όρους ενδυνάμωσης (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Παρόλα αυτά, η πρόσβαση από μόνη της δεν εξηγεί πώς οι νέοι/ες μπορούν να μάθουν να κατανοούν τι είναι η επιστήμη, να αξιοποιούν την επιστήμη για προσωπικό και κοινωνικό μετασχηματισμό ή να συμμετέχουν στον δημόσιο διάλογο για ζητήματα όπως η ανεργία, η περιβαλλοντική ρύπανση, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι συνθήκες διαβίωσης των μειονοτικών ομάδων κ.λπ. (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Η έμφαση δίνεται στην κατάκτηση των δεξιοτήτων που σχετίζονται με τον λειτουργικό επιστημονικό γραμματισμό και την αμφισβήτηση του αλλά συγχρόνως και τη συμμετοχή σε μια δίκαιη δημοκρατική κοινωνία (Finkel, 2018). Πρέπει να διευκρινιστεί ότι μιλώντας για δεξιότητες δεν συμπεριλαμβάνονται εκείνες που έχουν ως απώτερο στόχο την αναπαραγωγή της οικονομικής ανταγωνιστικότητας καθώς η εκπαίδευση και η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες δεν μπορεί να περιορίζεται για παράδειγμα μόνο στην *εκμάθηση των δεξιοτήτων χειρισμού ενός μηχανήματος, όπως η ταμειακή μηχανή σε ένα εστιατόριο γρήγορου φαγητού* (Barton, Upadhyay, 2010: σ.3). Αυτό δημιουργεί μια ιεραρχική αγορά εργασίας όπου ο επιστημονικός γραμματισμός έχει διαφορετική στοχοθεσία ανάλογα με την κοινωνική ομάδα στην οποία απευθύνεται. Αντιθέτως, θα έπρεπε να συμβάλλει σε μια δίκαιη κοινωνία τόσο σε ατομικό όσο και σε κοινοτικό επίπεδο (Barton, Upadhyay, 2010). Άλλωστε, σε μια εποχή που πολλές

αποφάσεις τεκμηριώνονται με βάση την επιστήμη, το αν η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες δημιουργεί κριτικά σκεπτόμενους πολίτες δεν μπορεί παρά να θεωρηθεί «ζήτημα δημοκρατίας» (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019: σ.189).

Η επιστημονική εκπαίδευση με επίκεντρο την κοινωνική δικαιοσύνη έχει ως κεντρικό στόχο οι πολίτες να βλέπουν την επιστήμη και τις πρακτικές της ως εργαλεία για τον εντοπισμό και την αντιμετώπιση ζητημάτων που έχουν σημασία για τις τοπικές τους κοινότητες (Finkel, 2018). Οι καθηγητές/ήτρίες που εξυπηρετούν λοιπόν αυτόν τον στόχο θα πρέπει να βοηθήσουν τους/τις μαθητές/ήτρίες τους να δουν τις συνδέσεις μεταξύ των όσων διδάσκονται στα μαθήματα των φυσικών επιστημών και των θεμάτων που εντοπίζουν αρχικά στις γειτονιές και τις κοινότητές τους και δευτερευόντως στο παγκόσμιο στερέωμα (Finkel, 2018).

Όπως αναφέρουν ο Σκορδούλης και η Κατσιαμπούρα (2023), η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες επιτελεί κυρίαρχο ρόλο στην ανάλυση, αξιολόγηση και κατ' επέκταση επίλυση επιστημονικών προβλημάτων (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Εξοικειώνοντας τους μαθητές και τις μαθήτριες στη χρήση της επιστημονικής μεθόδου με τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων, τη διατύπωση υποθέσεων και ελέγχου τους μέσω πειραμάτων και παρατηρήσεων, επιτυγχάνεται η αναγωγή της ίδιας διαδικασίας στον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνονται την κοινωνική πραγματικότητα (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Κατά κάποιον τρόπο, η επιστημονική μεθοδολογία σταδιακά υιοθετείται από τους/τις ίδιους/ες ως μεθοδολογία της σκέψης τους. Στόχος είναι η συνειδητοποίηση ότι είναι μέρη ενός συνόλου που τους εμπεριέχει και τους επικαθορίζει και ότι ο (φυσικός) κόσμος δεν είναι απλώς ένα εξωτερικό περιβάλλον με το οποίο δεν αλληλοεπιδρούν (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023).

Η έννοια του όρου "επιστημονικός γραμματισμός" συζητείται ευρέως (Robert, 2015), αλλά γενικά θεωρείται ως ένα μέσο που επιτρέπει στα άτομα να έχουν επαρκή επίγνωση της επιστήμης και των διαδικασιών της, ώστε να είναι σε θέση να αντιμετωπίζουν με επάρκεια και αυτοπεποίθηση θέματα που σχετίζονται με την επιστήμη στον σημερινό κόσμο (Saunders, Rennie, 2011). Οι Goodrum κ.ά. (2001), στην ανασκόπηση των διεθνών τάσεων της επιστημονικής εκπαίδευσης, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός θα πρέπει να αποτελεί στόχο της σχολικής επιστημονικής εκπαίδευσης και πρότειναν ότι θα μπορούσε τελικά να οριστεί ως η βοήθεια προς τους/τις μαθητές/ήτρίες να ενδιαφέρονται και να κατανοούν τον κόσμο γύρω τους, να συμμετέχουν στους λόγους

της επιστήμης, να είναι επιφυλακτικοί/ές και να αμφισβητούν τους ισχυρισμούς που διατυπώνουν άλλοι σχετικά με επιστημονικά θέματα, να είναι σε θέση να προσδιορίζουν ερωτήματα, να ερευνούν και να εξάγουν συμπεράσματα βασισμένα σε στοιχεία και να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με το περιβάλλον και τη δική τους υγεία και ευημερία (Saunders & Rennie, 2011). Συγχρόνως, οι Roth και Barton (2004), χρησιμοποιώντας μια σειρά περιπτωσιολογικών μελετών, υποστήριξαν περαιτέρω την άρρηκτη σύνδεση του κριτικού επιστημονικού γραμματισμού με τον πολιτικό γραμματισμό στην υπηρεσία της κοινωνικής ευθύνης (Saunders & Rennie, 2011). Η Dawson (2007) υπογράμμισε ότι ο επιστημονικός γραμματισμός οφείλει να βοηθήσει τους/τις μαθητές/ήτριες να σταθμίσουν επιχειρήματα, να χρησιμοποιήσουν κριτικές δεξιότητες σκέψης, και να λαμβάνουν ισορροπημένες και καλά ενημερωμένες αποφάσεις που μπορούν να δικαιολογήσουν (Saunders & Rennie, 2011). Επομένως, ο ρόλος της επιστημονικής εκπαίδευσης στην διαμόρφωση ενός/μίας ενημερωμένου/ης πολίτη που θα έχει την αυτοπεποίθηση να συμμετέχει ενεργά σε μια σύγχρονη, δημοκρατική, τεχνολογική κοινωνία είναι θεμελιακός. Αναπόφευκτα, λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης της επιστημονικής γνώσης και την έλευση των νέων τεχνολογιών, καθίσταται απαραίτητη η κατανόηση των επιπτώσεων αυτής της γνώσης στα υποκείμενα, τις κοινότητες και στο «παγκόσμιο πλανητικό χωριό» (Berkowitz και Simmons, 2003).

Αξίζει να σημειωθεί εδώ ένας σημαντικός παράγοντας, ο οποίος θα αναλυθεί εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο. Αυτός είναι η σημασία της εξέτασης του ρόλου του πολιτισμού και της ταυτότητας προκειμένου να κατανοήσουν οι μαθητές/ήτριες πώς να χρησιμοποιούν την επιστήμη για να εντοπίζουν και να επιλύουν προβλήματα που τους/τις ενδιαφέρουν. Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να λαμβάνουν υπόψιν τόσο τις πάσης φύσεως διαφορετικές ταυτότητες των μαθητών/ριών τους, όσο και τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να συνδέσουν το περιεχόμενο και τις πρακτικές των φυσικών επιστημών με τον κόσμο στον οποίο ζουν (Finkel, 2018). Ο τρόπος με τον οποίο η εθνικότητα, η τάξη και το φύλο βιώνεται από τους/τις μαθητές/ήτριες και τους/τις εκπαιδευτικούς έχει βαθιές και θεμελιώδεις συνέπειες στον τρόπο με τον οποίο ασχολούνται με την επιστήμη (Barton, Upadhyay, 2010). Υπάρχει μία διττή σημασία σε αυτόν τον στόχο. Από τη μία οι μαθητές/ήτριες αφομοιώνουν καλύτερα τη νέα γνώση εφόσον είναι προσαρμοσμένη στα δικά τους σημεία αναφοράς, ενώ από την άλλη αναδεικνύεται η φωνή όλων των κοινωνικών τάξεων και ειδικά των πιο κοινωνικά καταπιεσμένων.

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω, τα οφέλη που μπορούν να αποκομίσουν οι μαθητές/ήττριες από την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες για κοινωνική και περιβαλλοντική δικαιοσύνη, σύμφωνα με τους Σκορδούλη και Κατσιαμπούρα (2023) είναι τα ακόλουθα:

- Ενισχυμένη ευαισθητοποίηση και κατανόηση της πολυπλοκότητας των τοπικών και παγκόσμιων προκλήσεων καθώς αποκτούν τα επιστημονικά εργαλεία αξιολόγησης, ανάλυσης και αντιμετώπισης των καίριων προβλημάτων.
- Κριτική συνείδηση και δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων καθώς η εξοικείωση με την επιστημονική μεθοδολογία τους επιτρέπει να μπορούν να εξετάζουν διαφορετικές οπτικές γωνίες, να αποτιμούν τη σημασία επιστημονικών στοιχείων και δεδομένων λαμβάνοντας τεκμηριωμένες αποφάσεις.
- Ενεργός συμμετοχή ως αυριανοί/ές πολίτες σε κοινωνικά ζητήματα μέσω κοινοτικών έργων, δραστηριοτήτων συνηγορίας και συμμετοχής στη συνδιαμόρφωση στόχων και αποφάσεων συμβάλλοντας στην οικοδόμηση μιας πιο δίκαιης και βιώσιμης κοινωνίας.
- Ενδυνάμωση και ατομική δράση σε συλλογικό πλαίσιο: γίνονται φορείς αλλαγής, και αποκτούν την ικανότητα να προωθούν πρωτοβουλίες, να ευαισθητοποιούν και να κινητοποιούν άλλους/ες στην αναζήτηση κατάλληλων λύσεων.
- Ανάπτυξη πρακτικών ερευνητικών και επικοινωνιακών δεξιοτήτων σχετικών με διάφορους τομείς της ζωής, εφόσον εργάζονται ομαδικά με συγκεκριμένο σκοπό. Επιπλέον, οι ικανότητες αυτές δεν είναι πολύτιμες μόνο για την αντιμετώπιση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων, αλλά μπορούν επίσης να μεταφερθούν σε άλλους τομείς σπουδών και εργασίας.
- Καλλιέργεια ηθικής και περιβαλλοντικής υπευθυνότητας επειδή ακριβώς συνειδητοποιούν ότι είναι φορείς κοινωνικής ευθύνης, αφού κατανοούν τις επιπτώσεις των ενεργειών και των αποφάσεων τους όσον αφορά ποικίλους κοινωνικούς τομείς. Γίνονται υποστηρικτές/ριες της κοινωνικής δικαιοσύνης προωθώντας θετικές αλλαγές στο περιβάλλον τους.
- Κοινωνικός και περιβαλλοντικός μετασχηματισμός: Οι μαθητές/ήττριες ως υποκείμενα ενός γενικότερου κοινωνικού συνόλου, ως απόρροια όλων των παραπάνω, συμβάλλουν ουσιαστικά στην εξέλιξη προς την κοινωνική δικαιοσύνη. (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023).

Αφού αναλύθηκε η χρησιμότητα των φυσικών επιστημών στη διαμόρφωση της κοινωνικής συνείδησης του/της μαθητή/ριας, στην επόμενη υποενότητα θα διαπιστωθεί το πως η «εταιρική επιστήμη» υπεισέρχεται στις εκπαιδευτικές πολιτικές επιτείνοντας έτσι την κοινωνική αλλοτρίωση και την όλο και πιο βαθιά εισροή των καπιταλιστικών μεθοδεύσεων στους κρατικούς -ή μη- μηχανισμούς.

1.2.3. Ο ρόλος της «εταιρικής επιστήμης»

Σε ένα πλαίσιο στο οποίο πολλοί από τους λαούς του κόσμου ζουν σε μια κοινωνία που μπορεί να περιγραφεί ως κορπορατιστική με ήπιες αξιώσεις δημοκρατίας, η ζωή τους επηρεάζεται με άυλους τρόπους (Jickling, Wals, 2008). Στη βάση της νέο-φιλελεύθερης πολιτικής που επικεντρώνει το ενδιαφέρον της στην εξυπηρέτηση των συμφερόντων της εταιρικής ελίτ, ο Saul (2005) υποστηρίζει ότι ήδη από τον 19^ο αιώνα αυτό το κορπορατιστικό κίνημα γεννήθηκε ως μια εναλλακτική λύση στη δημοκρατία (Jickling, Wals, 2008) και δεν είναι ο μόνος. Όπως αναφέρουν οι Crossley και Watson (2003) οι κρατικοί -ή μη- μηχανισμοί στοχοπροσηλωμένοι στην υπερσυσσώρευση κέρδους είναι αυτοί που μπορούν να επηρεάζουν ή ακόμη και να κατευθύνουν, τις πολιτικές μεμονωμένων χωρών και εθνικών οικονομιών, ενσωματώνοντάς τις σε περιφερειακές ή παγκόσμιες οικονομίες και καθιστώντας όλο και πιο αδύνατο για αυτές να ρυθμίζουν και να ελέγχουν τις δικές τους υποθέσεις (Jickling, Wals, 2008).

Ο αντίκτυπος αυτών των πολιτικών είναι εμφανής στην εκπαίδευση ομογενοποιώντας το εκπαιδευτικό τοπίο. Ο Ross (2000) απεικονίζει με γλαφυρότητα αυτή την εξέλιξη όταν περιγράφει τις επιπτώσεις του εταιρικού προγράμματος σπουδών:

Ενώ το τοπικό λύκειο δεν έχει ακόμα εξαγοραστεί από τα McDonalds, πολλοί εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν ήδη διδακτικά βοηθήματα και πακέτα υλικού, "δωρεά" από εταιρείες, τα οποία είναι γεμάτα με προπαγάνδα της βιομηχανίας που έχει σχεδιαστεί για να εμφυσήσει την ευαισθητοποίηση των νέων καταναλωτών για το προϊόν: μαθήματα για την ιστορία των τσιπς πατάτας, που χρηματοδοτούνται από την Ένωση Σνακ - Τροφίμων, ή προγράμματα αλφαριθμητισμού που ανταμείβουν τους μαθητές/ήτριες που επιτυγχάνουν μηνιαίους στόχους ανάγνωσης με φέτες Pizza Hut (Ross,2000: σ.12)

Επιπλέον, στον μετα-ακαδημαϊκό τρόπο έρευνας, όπου η επιστήμη γίνεται ακόμη πιο σύνθετη και εξειδικευμένη, απαιτούνται πιο ακριβά εργαλεία και εξοπλισμός, μειώνοντας έτσι την αυτονομία των επιστημόνων (Kolstø, 2007). Η εξειδίκευση των γνώσεων, παρ' όλο που είναι εντέλει αναγκαία στις πολύπλοκες σημερινές κοινωνίες, συγχρόνως αποτελεί έναν μηχανισμό που χρησιμοποιείται συχνά για να εξαιρεί, με το να κομματιάζει συγκροτημένους τομείς χωρίς να παρέχει τα κριτικά εργαλεία για τη σύνδεση αυτών των τομέων με την απόκτηση μια καλύτερης αντίληψης της πραγματικότητας (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Αν και οι ερευνητές/ήτριες μπορεί να έχουν αυτονομία σε πιο λεπτομερές επίπεδο, η προβληματική περιοχή που πρέπει να μελετηθεί καθορίζεται συνήθως από τον φορέα χρηματοδότησης και έτσι ο/η τυπικός/ή μετα-ακαδημαϊκός/ή επιστήμονας καλείται να εξυπηρετήσει συμφέροντα από πάνω προς τα κάτω προβαίνοντας έτσι σε δράσεις που μπορεί να τους δώσουν τις απαραίτητες ερευνητικές συμβάσεις (Kolstø, 2007). Τέτοιες σχέσεις χρηματοδότησης της έρευνας καθιστούν δύσκολη τη διεκδίκηση πλήρους αντικειμενικότητας και ανιδιοτέλειας. Ο Jenkins (1992) ισχυρίζεται ότι η ενσωμάτωση της επιστήμης με τη βιομηχανία και την τεχνολογία καθιστά τις παλαιότερες εικόνες της επιστήμης ως *την ανιδιοτελή επιδίωξη της αντικειμενικής αλήθειας* (Kolstø, 2007: σ.980).

Για αυτή την ανάπτυξη της «εταιρικής επιστήμης» μίλησε πολύ διεξοδικά και ο McLaren (2001) υποστηρίζοντας η εκπαίδευση σταδιακά υποβαθμίζεται σε έναν υπο-τομέα της οικονομίας όπου η γνώση μετατρέπεται σε ένα τιμολογημένο εμπόρευμα χρησιμοποιώντας το παρακάτω παράδειγμα:

Οι περισσότεροι από τους χίλιους εταιρικούς επιστήμονες στα κεντρικά γραφεία της Monsanto που κατασκευάζουν γενετικά τροποποιημένα συστήματα τροφίμων στοχεύουν περισσότερο στην παραγωγή κέρδους παρά στην πραγματική μελέτη της τεχνολογίας τροφίμων. Δεν ισχυρίζομαι ότι τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα δεν είναι ασφαλή - πράγματι, δεν νομίζω ότι πραγματικά γνωρίζουμε τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της προσθήκης νέων γονιδίων και πρωτεϊνών στα φυτά, στο σώμα μας, ή στο ευρύτερο παγκόσμιο οικοσύστημα (Barton, 2001: σ.850).

Παραδείγματα όπως αυτό του McLaren αναδεικνύουν την αναγκαιότητα για την κριτική εξέταση της σχέσης μεταξύ της εταιρικών πολιτικών και της γνώσης και πώς η γνώση αυτή χαρακτηρίζεται ως «αντικειμενική» μέσα στο σχολικό πλαίσιο, ενώ συγχρόνως, ο

επιστημονικός τομέας, όλο και περισσότερο εξαρτάται από την ιδιωτική χρηματοδότηση για τη στήριξη του έργου του (Jickling, Wals, 2008).

Στο σημείο αυτό υπεισέρχεται ο ρόλος των κοινωνικών κινημάτων στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες υπό το πρίσμα της κριτικής παιδαγωγικής είτε πρόκειται για κοινωνικά κινήματα που αντιτίθενται στις συνέπειες και τα αποτελέσματα των εφαρμογών των επιτευγμάτων της επιστήμης (όπως είναι το οικολογικό κίνημα, το κίνημα ενάντια στη χρήση της πυρηνικής ενέργειας, το κίνημα κατά της χρήσης ζώων για επιστημονικά πειράματα) είτε πρόκειται για τα κινήματα των ίδιων των επιστημόνων, αυτών δηλαδή που παράγουν τα επιστημονικά επιτεύγματα (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Η αξιοποίηση τους καθίσταται ένα σπουδαίο εργαλείο στα χέρια του/της εκπαιδευτικού επειδή αποτελούν το στοιχείο εκείνο που καταφέρνει να γεφυρώσει την αντίθεση και ενδεχομένως τη σύγχυση που δημιουργείται στους μαθητές και τις μαθήτριες εξ αιτίας του διττού ρόλου της επιστήμης στη σημερινή εποχή του ύστερου καπιταλισμού, όπου από τη μια μεριά η επιστήμη θεωρείται μία κοινωνική διαδικασία ιδιοποίησης της φυσικής πραγματικότητας για το κοινό καλό ενώ από την άλλη ο εκάστοτε ηγεμονικός πολιτισμικός σχηματισμός και η «εταιρική επιστήμη» καπηλεύονται τα επιστημονικά επιτεύγματα και τις καινοτομίες (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Άρα συμπληρώνοντας, θα μπορούσε να υποστηριχτεί ότι η αναφορά των κοινωνικών κινημάτων σε ένα μάθημα φυσικών επιστημών συμβάλλει ουσιαστικά στην αποκατάσταση της εικόνας της επιστήμης στη συνείδηση των μαθητών και μαθητριών που σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να απαξιώσουν την επιστημονική κοινότητα θεωρώντας πως κάθε συνεισφορά της αποτελεί άλλη μία έρευνα που αποσκοπεί στην κερδοφορία. Απλώς θα πρέπει να μουν στη διαδικασία να αντιμετωπίζουν τις επιστημονικές μελέτες με μια πιο κριτική ματιά ως προς τα κίνητρα, τη μεθοδολογία και τα αποτελέσματά τους.

Εφόσον λοιπόν αποδεικνύεται η καταφανής ανάγκη για σύνδεση της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες με μια πιο κριτική προσέγγιση, καθιστώντας την ως ένα μέσο κατανόησης του κόσμου, το ερώτημα που γεννάται, στο σημείο αυτό, είναι το πως αυτό μπορεί να τεθεί σε μια ρεαλιστική και ουσιαστική βάση. Ερωτήματα όπως αυτό επιδιώκουν να απαντήσουν τα παρακάτω κεφάλαια.

Κεφάλαιο 2: Το περιεχόμενο της εκπαίδευσης των φυσικών επιστημών

Πριν παρουσιαστεί η μεθοδολογία η οποία προτείνεται για την εφαρμογή των ιδεών της κριτικής παιδαγωγικής μέσα σε μία τάξη φυσικών επιστημών, θεωρήθηκε ως απαραίτητο να αναλυθεί το περιεχόμενο της εκπαίδευσης. Με άλλα λόγια, ποιες είναι οι θεματικές οι οποίες μπορούν να συντελέσουν στη διαμόρφωση της κοινωνικής συνείδησης του/της μαθητή/ριας έτσι ώστε να μπορεί στο σήμερα και στο αύριο να είναι ένα ενεργό μέλος των οποιονδήποτε κοινωνικών διαδικασιών.

Αρχικά, η πολιτικοποίηση της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες μπορεί να επιτευχθεί με την παροχή ευκαιριών στους/στις μαθητές/ήτριες να αντιμετωπίσουν ένα ευρύ φάσμα κοινωνικοοικονομικών ζητημάτων που έχουν επιστημονική, τεχνολογική ή περιβαλλοντική διάσταση (Hodson, 1994). Επιπλέον, απαιτείται μια προσέγγιση βασισμένη σε θέματα που μπορούν να παρέχουν το κίνητρο και να αποτελέσουν τη βάση για να οικοδομήσουν οι μαθητές/ήτριες τη νέα γνώση που είναι προσωπικά συναφής, ουσιαστική και σημαντική για την κατανόηση της ζωής τους αλλά και του κοινωνικού γίνεσθαι σήμερα, για παράδειγμα τρόφιμα και γεωργία, ενεργειακοί πόροι και Γη, νερό και ορυκτοί πόροι κ.α. (Hodson, 1994).

Ο Hodson το 1999, στο άρθρο του *Going Beyond Cultural Pluralism: Science Education for Sociopolitical Action* όρισε μία θεματολογική προσέγγιση που στοχεύει στην επίτευξη του κριτικού επιστημονικού και τεχνολογικού γραμματισμού, την οποία χώρισε σε τέσσερα επίπεδα πολυπλοκότητας. Ο διαχωρισμός αυτός λοιπόν παρουσιάζει ένα διαχρονικό ενδιαφέρον και θα λειτουργήσει ως «φίλτρο» μέσα από το οποίο θα περάσει η επιμέρους ανάλυση των θεματικών που εντοπίστηκαν από τη βιβλιογραφία συνολικά, ως οι επικρατέστερες για τη εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες με στόχο την κοινωνική δικαιοσύνη.

Επίπεδο 1 : Εκτίμηση του κοινωνικού αντίκτυπου της επιστημονικής και τεχνολογικής αλλαγής και αναγνώριση ότι η επιστήμη και η τεχνολογία είναι, σε κάποιο βαθμό, πολιτισμικά προσδιορισμένες.

Επίπεδο 2: Αναγνώριση ότι οι αποφάσεις σχετικά με την επιστημονική και τεχνολογική ανάπτυξη λαμβάνονται για την επιδίωξη συγκεκριμένων συμφερόντων και ότι τα οφέλη που προκύπτουν μπορεί να είναι εις βάρος κάποιων. Έτσι επέρχεται η συνειδητοποίηση ότι

η επιστημονική και τεχνολογική ανάπτυξη είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με την κατανομή του πλούτου και της εξουσίας.

Επίπεδο 3: Ανάπτυξη των απόψεων των ίδιων των μαθητών/ριών.

Επίπεδο 4: Προετοιμασία για τη συμμετοχή στην κοινωνική δράση (Hodson, 1999).

Στο σημείο αυτό είναι απαραίτητο να σημειωθεί η κριτική που ασκείται από τους θεωρητικούς της κριτικής παιδαγωγικής στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών καθώς στην ουσία εκείνα είναι που ορίζουν σε μεγάλο βαθμό το περιεχόμενο της εκπαίδευσης εν γένει αλλά και πιο συγκεκριμένα στις φυσικές επιστήμες. Σύμφωνα με τον McLaren (2016), τα Α.Π.Σ. συνεχίζουν να εργαλειοποιούν τη γνώση και να τη διαχωρίζουν από τις κυρίαρχες εξουσιαστικές σχέσεις με αποτέλεσμα να ευνοούνται περισσότερο τα ανώτερα κοινωνικά στρώματα (McLaren, 2016). Επιπλέον, όπως θα διαπιστωθεί και παρακάτω οι παιδαγωγικοί και γνωστικοί στόχοι των Α.Π.Σ. πολλές φορές μπορεί να έρχονται σε σύγκρουση με αυτούς του/της εκπαιδευτικού. Όταν γίνεται αναφορά στα Α.Π.Σ. δεν πρέπει να παραβλέπεται το γεγονός ότι μέρος τους αποτελούν και τα σχολικά εγχειρίδια τα οποία περιέχουν ένα πλήθος κειμένων τα οποία στην ουσία εισάγουν τους/τις μαθητές/ήτριες σε έναν συγκεκριμένο τρόπο ζωής και με τα οποία ο/η εκπαιδευτικός οφείλει να εργαστεί (McLaren, 2016). Εδώ είναι που υπεισέρχονται και τα κρυφά Α.Π.Σ. τα οποία ουσιαστικά εμπεριέχουν τους μακρόθεσμους κοινωνικούς στόχους. Οι στόχοι αυτοί θα πρέπει να γίνονται αντιληπτοί από τους/τις εκπαιδευτικούς, έτσι ώστε ο/η ίδιος/α να μπορέσει να τους ανατρέψει μέσα από τη δική του προσωπική προσέγγιση. Όπως θα τονιστεί και στη συνέχεια της παρούσας εργασίας τα Α.Π.Σ. είναι ακόμη ένας θεσμοθετημένος φορέας αναπαραγωγής της κυρίαρχης ιδεολογίας κάτι το οποίο σημαίνει ότι στην πλειοψηφία των περιπτώσεων δεν συμπεριλαμβάνουν στους στόχους τους όλες τις κοινωνικές ομάδες και τα συμφέροντά τους. Τα Α.Π.Σ. αποτελούν ακόμη έναν κρατικό μηχανισμό που επιτυγχάνει τη συναίνεση των υποκειμένων σύμφωνα με την γκραμσιανή θεωρία. Έτσι, διασφαλίζουν ότι το σχολείο και η εκπαίδευση γίνονται εκφραστές των συμφερόντων της άρχουσας τάξης (McLaren, 2016). Ο καπιταλισμός ανατροφοδοτείται από μια δομική αναγκαιότητα να δημιουργεί έναν εφεδρικό στρατό ανέργων, αποκλείοντας μεγάλα τμήματα της κοινωνίας κάτι το οποίο κανονικοποιείται σε πολύ μεγάλο βαθμό από το εκάστοτε εκπαιδευτικό σύστημα και τα Α.Π.Σ. (McLaren, 2016). Επομένως, αυτό που καλείται να κάνει ο/η εκπαιδευτικός είναι να εμβαθύνει με κριτική ματιά στους επίσημους και κρυφούς στόχους

των Α.Π.Σ. και να εμπλουτίσει την εκπαιδευτική διαδικασία με υλικό που να περιέχει κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα και ταυτίζεται με τις αρχές της κριτικής παιδαγωγικής.

Η ένταξη κοινωνικοεπιστημών θεμάτων στη εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες φαίνεται να είναι λοιπόν θεμελιώδης. Όπως θα διαπιστωθεί και παρακάτω, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να ενσωματώσουν κοινωνικοεπιστημονικά θέματα με διαθεματικό τρόπο σε διαφορά μαθήματα και τομείς του αναλυτικού προγράμματος σπουδών όπως για παράδειγμα να συσχετίσουν την ιστορία με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ορισμένων γεγονότων, να συνδέσουν τη λογοτεχνία με την αναπαράσταση των κοινωνικών προβλημάτων στα λογοτεχνικά έργα ή να διερευνήσουν τις ηθικές πτυχές της επιστήμης και της τεχνολογίας στο μάθημα της ηθικής ή της φιλοσοφίας (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Αυτή η οριζόντια ενσωμάτωση επιτρέπει στους/στις μαθητές/ήτριες να κατανοήσουν τη διασύνδεση των περιβαλλοντικών και κοινωνικών ζητημάτων σε διαφορετικά πλαίσια, προωθώντας μια πιο ολοκληρωμένη άποψη (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Κοινωνικά ζητήματα, όπως αυτό της περιβαλλοντικής κρίσης, έρχονται σε άμεση επαφή με την καθημερινότητα των μαθητών/ριών και δε θα μπορούσε να μην είναι ένα από τα κυρίαρχα σε μία τάξη φυσικών επιστημών.

2.1. Περιβαλλοντική κρίση και κλιματική αλλαγή

Όπως αναλύθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, η επιστημονική εκπαίδευση υπό το πρίσμα της κριτικής παιδαγωγικής είναι ένα εργαλείο απαραίτητο για τους μαθητές και τις μαθήτριες ώστε να επιτύχουν την κοινωνική και περιβαλλοντική δράση. Με βάση τον Jensen (2002), ορίζουμε την περιβαλλοντική δράση ως *δράση που συμβάλλει στην επίλυση ενός περιβαλλοντικού προβλήματος και αποφασίζεται από τους ίδιους τους δράντες* (Jensen, 2002: σ.326). Ωστόσο, η περιβαλλοντική συμπεριφορά υποδηλώνει μεμονωμένους δράντες και προκαθορισμένα αποτελέσματα και είναι πολύ στενά καθορισμένη -τόσο εννοιολογικά όσο και μεθοδολογικά- για να συλλάβει τις πολλαπλές δράσεις που αναδύονται (Jorgenson, Stephens, White, 2019). Ερμηνεύοντας τα χαρακτηριστικά της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης ως μια εξελισσόμενη προσπάθεια να βελτιωθεί η έννοια της περιβαλλοντικής δράσης στο πλαίσιο όλο και πιο πολύπλοκων και συστημικών προβλημάτων, τελειοποιείται περαιτέρω ο ορισμός ώστε να ταιριάζει στο σημερινό

"ιστορικό και μακροπολιτισμικό πλαίσιο", μέσα στο οποίο το κλίμα αλλάζει γρήγορα (Sauvé, 2005).

Μελέτες, όπως αυτές των Arcury (1990), Ajaps & McLellan (2015), Ogunbode (2013) και Pitzén (2019), έχουν δείξει μια ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ των περιβαλλοντικών γνώσεων, αφενός, και των περιβαλλοντικών στάσεων και συμπεριφορών, αφετέρου (Ajaps, Mbah 2022). Τα παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως η κλιματική αλλαγή, η απώλεια της βιοποικιλότητας και η ρύπανση, συνδέονται άρρηκτα με κοινωνικά προβλήματα, όπως η φτώχεια, η ανισότητα και οι διακρίσεις (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Είναι σύνηθες φαινόμενο οι φτωχότερες και πιο περιθωριοποιημένες κοινότητες να επωμίζονται σε μεγαλύτερο βαθμό τις αρνητικές συνέπειες της ρύπανσης και λοιπών περιβαλλοντικών προβλημάτων, καθώς π.χ. συχνά ζουν κοντά σε ρυπογόνες βιομηχανίες και έχουν ελάχιστη πρόσβαση σε φυσικούς πόρους -όπως το νερό- και τεχνολογίες για την προστασία τους (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Η υπερεκμετάλλευση αυτών των πόρων, από εταιρείες ή κυβερνήσεις, μπορεί να έχει αρνητικό αντίκτυπο στην υγεία και την ευημερία αυτών των κοινοτήτων, καθώς και στο περιβάλλον γενικότερα (π.χ. αποψίλωση δασών στον Αμαζόνιο) (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Εδώ ακριβώς είναι το σημείο όπου γίνεται απολύτως εμφανές το πως η περιβαλλοντική δικαιοσύνη υπεισέρχεται στην κοινωνική (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023).

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν δύο από τα σημαντικότερα ρεύματα στον τομέα της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης των τελευταίων δεκαετιών: η εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη (ΕΑΑ) και η οικοπαιδαγωγική. Θα καταγραφούν τα βασικά τους χαρακτηριστικά, κάποιες από τις απόψεις των κύριων εκπροσώπων τους, οι διαφοροποιήσεις που υπάρχουν μεταξύ τους αλλά και με άλλες προσεγγίσεις της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης που επικρατούσαν στο παρελθόν.

2.1.1. Εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη (ΕΑΑ)

Ο επιστημονικός διάλογος τα τελευταία χρόνια έχει στραφεί σταδιακά από την περιβαλλοντική εκπαίδευση στην εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη (ΕΑΑ) (Korpinina, 2012). Πολλοί/ες από τους περιβαλλοντικούς εκπαιδευτικούς και ερευνητές/ήτριες, παρακολουθούν εξ αρχής αυτές τις τάσεις με καχυποψία καθώς ο όρος «βιώσιμη

ανάπτυξη» ακούγεται αρκετά ασαφής ενώ ενυπάρχει ο φόβος ότι αποτελεί μια διαδικασία που ενισχύει τις εργαλειακές τάσεις της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης για την προώθηση ενός συγκεκριμένου είδους πολίτη, ιδιαίτερα αυτού που εξυπηρετεί ή τουλάχιστον δεν αμφισβητεί μια νεοφιλελεύθερη ατζέντα (Jickling, Wals, 2008). Όπως τονίζουν οι Jacobsson & Lauber (2006), η κύρια ανησυχία εδώ είναι ότι, εστιάζοντας σε τακτικές όπως η εξοικονόμηση ενέργειας και η αλλαγή της ατομικής περιβαλλοντικής συμπεριφοράς, οι εκπαιδευτικοί και οι ερευνητές/ριες στον τομέα του περιβάλλοντος παραμελούν την πολιτική του μετασχηματισμού των διάφορων συστημάτων, όπως το ενεργειακό, και την ευθύνη τους να παρέχουν στους/στις μαθητές/ήτριες μια σειρά επιλογών για την ενεργό συμμετοχή τους σε αυτές τις διαδικασίες συστημικής αλλαγής (Jorgenson, Stephens, White, 2019). Με την ελαχιστοποίηση του ρόλου της συλλογικής δράσης, οι περιβαλλοντικοί εκπαιδευτικοί και ερευνητές/ριες μπορεί να ενισχύουν μια απλοϊκή και στενή αντίληψη της σχέσης μεταξύ της κλιματικής αλλαγής, της ανθρώπινης δράσης και της αλλαγής του ενεργειακού συστήματος και να διαστρεβλώνουν το γεγονός ότι πολλές από τις πιο επιδραστικές δράσεις για το κλίμα είναι αποφάσεις σχετικά με τα συστήματα ενεργειακού εφοδιασμού που λαμβάνονται από φορείς του κρατικού τομέα και του τομέα της αγοράς υπό την άμεση πίεση συνασπισμών υπεράσπισης και άλλων κοινωνικών συλλογικοτήτων (Jorgenson, Stephens, White, 2019). Για τους λόγους αυτούς αποτελεί αναγκαία επιταγή της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες να ασχοληθεί περισσότερο με τα κοινωνικά κινήματα που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή και την παγκόσμια, συστημική μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και να ενσωματώσει τη γνώση σχετικά με τους φορείς των κοινωνικών κινήματων στις πολιτικές και τα προγράμματά της (Adlong, 2012).

Όπως αναφέρουν οι Jickling και Wals (2008), η εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη ξεκίνησε με την έκθεση της Παγκόσμιας Επιτροπής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (WCED) το 1987 με τίτλο *Το κοινό μας μέλλον* και εν συνεχεία, προωθήθηκε από την Παγκόσμια Διάσκεψη για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη του 1992 στο Ρίο ντε Τζανέιρο (Jickling, Wals, 2008). Ξαναβρέθηκε στο επίκεντρο της προσοχής στην Παγκόσμια Διάσκεψη Κορυφής για την Αειφόρο Ανάπτυξη στο Γιοχάνεσμπουργκ το 2002 (Jickling, Wals, 2008). Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, καταβλήθηκαν συντονισμένες προσπάθειες για τη μετατροπή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης σε εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη. Τον Δεκέμβριο του 2002, τα Ηνωμένα Έθνη ψήφισαν το ψήφισμα 57/254, το οποίο ανακήρυξε τη δεκαετία 2005-2014 ως δεκαετία της εκπαίδευσης για την

αιφόρο ανάπτυξη (Jickling, Wals, 2008). Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι, με εξαίρεση το προοίμιο που υπενθυμίζει τη Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη του 1992, το ψήφισμα αυτό δεν κάνει καμία αναφορά στο "περιβάλλον", το "περιβαλλοντικό", ή την "οικολογία" όπως και σε άλλα βασικά στοιχεία κατά τη γνώμη πολλών εκπαιδευτικών του περιβάλλοντος (Jickling, Wals, 2008).

Κατά την εξέταση των περιπτώσιολογικών μελετών της ΕΑΑ, γίνεται διάκριση μεταξύ θεωρίας και της πρακτικής, καθώς και μεταξύ στοιχειωδών και ανώτερων μορφών εκπαίδευσης (Korpinia, 2012). Συχνά, οι εμπειρικές μελέτες που συζητούν την πρακτική της ΕΑΑ στα δημοτικά σχολεία συνδέονται με στόχους της αύξησης της περιβαλλοντικής καθώς και της κοινωνικής ευαισθητοποίησης των παιδιών (Korpinia, 2012). Στην περίπτωση των μαθητών/ριών της επαγγελματικής ή της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, ο στόχος της ΕΑΑ προσεγγίζει περισσότερο την *ανάπτυξη γνώσεων και δεξιοτήτων που είναι απαραίτητες για τη συμμετοχή στην "πράσινη οικονομία" που οραματίζονται οι από πάνω προς τα κάτω υποστηρικτές της ΕΑΑ, όπως τα εκπαιδευτικά ιδρύματα της UNESCO* (Korpinia, 2012: σ.2). Ωστόσο, ρόλος των μεγάλων διεθνών ιδρυμάτων καθώς και των εθνικών φορέων χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής στον καθορισμό των στόχων της ΕΑΑ μπορεί να είναι πολύ διαφορετικός από τους στόχους που διατυπώνονται από επαγγελματίες ή και θεωρητικούς της ΕΑΑ (Korpinia, 2012).

Η έρευνα για την ΕΑΑ τα τελευταία χρόνια, όπως π.χ. αυτές των Scott (2002), Stables και Scott (2002), Stevenson (2006), κυριαρχείται από τις εκκλήσεις για πλουραλιστικές, μορφές εκπαίδευσης που ενθαρρύνουν τη συνδημιουργία της γνώσης, τις πολλαπλές προοπτικές και τον κριτικό διάλογο για την ίδια την έννοια της ΕΑΑ (Korpinia, 2012). Ενώ το εγχείρημα αυτό, σε πρώτη ανάγνωση, φαίνεται θετικό, δημιουργείται η ανησυχία ότι η προστασία του περιβάλλοντος δεν αποτελεί προτεραιότητά του και εστιάζει κυρίως σε κοινωνικά ζητήματα, τα οποία ενδεχομένως να μην σχετίζονται τόσο με το περιβάλλον. Έτσι, η ηθική υποχρέωση για τη φροντίδα άλλων ειδών ή ολόκληρων οικοσυστημάτων είναι λιγότερο συχνά μέρος της συζήτησης για την ΕΑΑ (Korpinia, 2012). Εδώ ακριβώς έγκειται και η διαφορά με την περιβαλλοντική εκπαίδευση για την κοινωνική δικαιοσύνη. Συμπεραίνεται λοιπόν ότι η ΕΑΑ τείνει να παρουσιάζει τα κοινωνικά φαινόμενα αποκομμένα από το ουσιαστικό κοινωνικό-ιστορικό-πολιτικό τους πλαίσιο χωρίς να υπάρχει μια σχέση αιτίου – αιτιατού, τονίζοντας ότι υπάρχει ένα πρόβλημα προς επίλυση που όμως μπορεί να συνυπάρχει με την νέο-φιλελεύθερη καπιταλιστική εκμετάλλευση των φυσικών αλλά και ανθρωπίνων πόρων της εκάστοτε περιοχής.

Έτσι, σηματοδοτείται η επιστημονική απομάκρυνση της εκπαίδευσης από τα διλήμματα του "πραγματικού κόσμου" που σχετίζονται με την περιβαλλοντική υποβάθμιση και τη διαφυγή από την αναγκαιότητα της χρήσης της ως εργαλείο απόκτησης γνώσεων και δεξιοτήτων που θα επέτρεπαν στις μελλοντικές γενιές να αντιμετωπίσουν τα επείγοντα περιβαλλοντικά προβλήματα (Korpiņa, 2012). Ενώ οι προηγούμενες μορφές της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης αντιλαμβάνονταν το περιβάλλον ως φύση, σύστημα, αντικείμενο μελέτης ή πεδίο αξιών, η ΕΑΑ αντιλαμβάνεται το περιβάλλον ως έναν πόρο για οικονομική ανάπτυξη ή για βιώσιμη διαβίωση (Sauvé, 2005).

Ο κίνδυνος των πλουραλιστικών ερμηνειών της ΕΑΑ είναι ότι μπορεί να προκαλέσει σύγχυση στους/στις εκπαιδευτικούς και τους/τις μαθητές/ήτριες σχετικά με τα εγγενή προβλήματα και τις αντιφάσεις της (Sauvé, 2005). Ενώ από τη μία προωθείται η περιβαλλοντική δικαιοσύνη που αφορά την κατανομή των περιβαλλοντικών οφελών και βαρών μεταξύ των ανθρώπων, από την άλλη υπονομεύεται η οικολογική δικαιοσύνη μεταξύ των ανθρώπων και του υπόλοιπου φυσικού κόσμου (Sauvé, 2005). Χωρίς τη συμπερίληψη της οντοκεντρικής ή οικοκεντρικής προοπτικής στην περιβαλλοντική εκπαίδευση η οποία προτείνει μια ριζική αλλαγή της σχέσης του ανθρώπου με τη φύση (Korpiņa, 2012) και τη συλλογική δράση και την καινοτομία να αποτελούν βασικούς μοχλούς μετάβασης στη βιωσιμότητα (Jorgenson, Stephens, White, 2019), ίσως τα αποτελέσματα για την προστασία του περιβάλλοντος και για τη μακροπρόθεσμη ευημερία της ανθρωπότητας να μην είναι τόσο αισιόδοξα. Σε αντιπαραβολή με την ΕΑΑ, την ίδια σχεδόν περίοδο αναδείχθηκε και το ρεύμα της οικοπαιδαγωγικής προτείνοντας ένα διαφορετικό μοντέλο βιώσιμης συνύπαρξης ανθρώπου και φυσικού περιβάλλοντος.

2.1.2. Οικοπαιδαγωγική

Ένα από τα αναπτυσσόμενα διεθνή κινήματα των τελευταίων ετών είναι αυτό της οικοπαιδαγωγικής (Buckland, Edmondson, 2010). Οι σύνθετες και περιεκτικές ρίζες της οικοπαιδαγωγικής βρίσκονται στην πρώιμη περιβαλλοντική εκπαίδευση και στις διδασκαλίες εκπαιδευτικών και θεωρητικών όπως των Paulo Freire, Ivan Illich και Herbert Marcuse (Buckland, Edmondson, 2010). Οι επενδυμένοι οικοπαιδαγωγοί επιδιώκουν να καλλιεργήσουν και να εκτιμήσουν τις συλλογικές και κοινοτικές δυνατότητες των

ανθρώπων όντων στον αγώνα για την επίτευξη της συναδελφικής ζωής στον πλανήτη (Buckland, Edmondson, 2010).

Ο Kahn (2009), ως ένας από τους βασικότερους θεωρητικούς υποστηρικτές του κινήματος αυτού, αναφέρει ότι με απώτερο στόχο τον επιστημονικό γραμματισμό, προτείνει κάποιους επιμέρους στόχους όπως τη ριζοσπαστικοποίηση και τον πολλαπλασιασμό των προγραμμάτων οικολογικής παιδείας τόσο στα σχολεία όσο και στην κοινωνία, τη δημιουργία συμμαχιών μεταξύ επιστημόνων και κοινού (ιδίως των ακτιβιστών) για την οργάνωση κοινών πρακτικών και την καλλιέργεια του κριτικού διαλόγου και τη συνεργασία μεταξύ του πλήθους των ομάδων που απαρτίζουν την εκπαιδευτική κοινότητα (Buckland, Edmondson, 2010).

Καθώς λοιπόν η οικοπαιδαγωγική εξελίσσεται, θα πρέπει να εμπλέκει κριτικά την τεχνολογία και να περιηγείται πρακτικά σε μονοπάτια εντός και εκτός της θεσμικής ζωής. Σύμφωνα με τον Kahn στο βιβλίο του *Critical Pedagogy, Ecoliteracy, and Planetary Crisis: The Ecopedagogy Movement* (2009), ο Illich δεν δαιμονοποίησε τα τεχνολογικά εργαλεία καθαυτά, απλώς επεσήμανε πως εξ αιτίας του υπερκαταναλωτισμού, η απόκτησή τους μετατρέπεται σε αυτοσκοπό αντί να θεωρούνται μέσα για την υλοποίησή ενός σκοπού (Buckland, Edmondson, 2010). Επιπλέον, ένα ζήτημα που αφορά άμεσα την κριτική επιστημονική εκπαίδευση, είναι το κοινωνικό και φυσικό κόστος της κατασκευής αυτών των σύγχρονων ψηφιακών μέσων (iPhone, Droids, Blackberries, φορητών υπολογιστών κλπ) και το κατά πόσο η χρήση τους μετατρέπεται σε «*ηθική ακροβασία*» (Buckland, Edmondson, 2010: σ.67). Η διερεύνηση του οικολογικού και κοινωνικού κόστους της αλυσίδας εφοδιασμού πίσω από αυτές τις συσκευές συνδέεται με τη ρύπανση από την εξόρυξη των πόρων, τον ανθρώπινο πόνο, την επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου σε κάθε βήμα από την εξόρυξη έως την εφαρμογή (Jorgenson, Stephens, White, 2019). Έτσι, ίσως η οικοπαιδαγωγική τεχνογνωσία να καταφέρει τη σταδιακή άρνηση της υπερκατανάλωσης προϊόντων που επηρεάζουν την κοινωνική ισορροπία. Καθίσταται λοιπόν προφανές ότι οι οικοπαιδαγωγοί πρέπει αναγκαστικά να αξιοποιούν ανεπίσημα προγράμματα σπουδών που προσπαθούν να απαντήσουν σε ερωτήματα σχετικά με το ποιον και τι εξυπηρετεί η τεχνολογία, ποιον αποκλείει και γιατί, καθώς και τις στρατηγικές που πρέπει να ακολουθηθούν (Buckland, Edmondson, 2010). Άλλωστε, θα ήταν πολύ αποτελεσματικό τα παιδιά και οι νέοι/ες να εκπαιδευτούν σε μια συλλογική πολιτική δέσμευση σε περιβαλλοντικούς τομείς όπως για παράδειγμα οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Jorgenson, Stephens, White, 2019).

Ωστόσο, καθίσταται αναγκαίο και σε αυτήν την περίπτωση να ληφθεί υπόψιν το κοινωνικό και οικολογικό κόστος της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (που σε κάποιες περιπτώσεις λειτουργούν αρνητικά για το φυσικό περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσονται) όπως επίσης και η ενασχόληση με τα κοινωνικά κινήματα που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή και την παγκόσμια συστημική μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ενσωματώνοντας τη γνώση σχετικά με τους φορείς των κοινωνικών κινήματων στις πολιτικές και τα προγράμματά της (Adlong, 2012).

Ζητήματα όπως αυτά μπορούν να λειτουργήσουν ως αφορμή για τη συζήτηση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων σε μια τάξη φυσικών επιστημών. Ένα καλό παράδειγμα είναι παρμένο από την κοινωνική πραγματικότητα της Ταϊλάνδης και αφορά στη σύγκρουση μεταξύ των άγριων ελεφάντων και των αγροτών (Pitporntapin, Torcu, 2016). Καθώς οι αγρότες αποψιλώνουν τα δάση για να χτίσουν σπίτια και να φυτέψουν καλλιέργειες, οι άγριοι ελέφαντες συχνά εκτοπίζονται και αναζητούν τροφή στα χωράφια των αγροτών, ιδίως σε περιόδους ξηρασίας ή έλλειψης τροφής στις δασικές περιοχές (Pitporntapin, Torcu, 2016). Έτσι, ο πληθυσμός των ελεφάντων εγκαταλείπει το δάσος προς αναζήτηση καλλιεργούμενων πηγών τροφής και οι συγκρούσεις μεταξύ των ελεφάντων και των ανθρώπων έχουν γίνει συχνές και έντονες με αποτελέσματα όπως τις επιθέσεις των ελεφάντων σε τουρίστες στο κοντινό Εθνικό Πάρκο Khao Yai (Pitporntapin, Torcu, 2016). Το εμφανές δίλημμα που προκύπτει μεταξύ των δύο αυτών ζητημάτων είναι οι ανθρώπινες ανάγκες έναντι της διατήρησης των φυσικών πόρων της Ταϊλάνδης (Pitporntapin, Torcu, 2016). Εδώ αναδεικνύεται και η μεγάλη παιδαγωγική αξία της συζήτησης ηθικοκοινωνικών ζητημάτων στο πλαίσιο της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες κάτι το οποίο θα αναλυθεί περαιτέρω σε επόμενη ενότητα.

Επιπλέον έρευνες, όπως αυτές των Gruenewald (2003a), Smith & Sobel (2010), Thiele (2013), έχουν διαπιστώσει ότι η αποξένωση των ανθρώπων από τους τόπους και τους πολιτισμούς τους είναι μία από τις κύριες αιτίες της βαθιάς έλλειψης φροντίδας για το περιβάλλον (Ajaps, Mbah 2022). Εδώ θα μπορούσε να αναδυθεί ένας κλάδος της κριτικής παιδαγωγικής για την «περιβαλλοντική διατήρηση» η οποία θα συνδυάζει τις αρχές της κριτικής παιδαγωγικής με την εκπαίδευση βάσει του τόπου (Sobel, 2005). Πρέπει να σημειωθεί ότι με τον όρο περιβαλλοντική διατήρηση, δίνεται προσοχή στην πρακτική της προστασίας του περιβάλλοντος για να αποτραπεί η επιδείνωσή του ως αποτέλεσμα ανθρώπινων δραστηριοτήτων όπως η καύση ορυκτών καυσίμων, η αποψίλωση των δασών και η μη βιώσιμη γεωργία (Ajaps, Mbah 2022).

Συνεχίζοντας, δεδομένου ότι η κριτική παιδαγωγική έχει κοινωνιολογική εστίαση, ενώ η εκπαίδευση με βάση τον τόπο έχει οικολογική εστίαση, ένας αποτελεσματικός συνδυασμός ίσως οδηγεί στην επίτευξη στόχων που είναι θεμελιώδεις για την καθεμία ξεχωριστά αλλά και ουσιώδεις για τη διατήρηση του περιβάλλοντός (Sobel, 2005). Για παράδειγμα το εκπαιδευτικό σύστημα της Νιγηρίας, που έθεσαν σε εφαρμογή οι αποικιοκράτες παραμένει σε μεγάλο βαθμό αμετάβλητο, άναρχο, αυταρχικό και δασκαλοκεντρικό (Hardman et al., 2008). Μια κριτική παιδαγωγική του τόπου θα μπορούσε να ενδυναμώσει τους αυτόχθονες και περιθωριοποιημένους ανθρώπους να μάθουν για το περιβάλλον τους, παρέχοντάς τους έτσι ευκαιρίες να δημιουργήσουν κοινωνικές αλλαγές συμβάλλοντας στη διατήρησή του (Ajaps, Mbah 2022) μια σκέψη που θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα και σε επόμενο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας καθώς εμφανώς υπεισέρχεται και σε άλλες θεματικές.

Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων λοιπόν, είναι σημαντικό να καθιερωθεί και να ενισχυθεί η σχέση μεταξύ των κοινωνικοεπιστημονικών προγραμμάτων σπουδών και της εκμάθησης του επιστημονικού περιεχομένου (Pitpiorntapin, Torcu, 2016). Με τον τρόπο αυτό μπορεί να δοθεί η δυνατότητα στους/στις μαθητές/ήτριες να καλλιεργήσουν τον επιστημονικό γραμματισμό και να εφαρμόσουν τις επιστημονικές τους γνώσεις συμμετέχοντας στη δημόσια συζήτηση και λαμβάνοντας τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα και τον αντίκτυπό τους στην ανθρώπινη ζωή (Pitpiorntapin, Torcu, 2016).

Μία άλλη μορφή γραμματισμού που καθίσταται απαραίτητη για τη συμμετοχή στον δημόσιο διάλογο είναι ο υγειονομικός, ο οποίος παρουσιάζεται στην επόμενη υποενότητα.

2.2. Υγειονομικός αλφαριθμητισμός

Αποτελεί κοινή παραδοχή πως το σημαντικότερο ανθρώπινο δικαίωμα είναι το δικαίωμα στη ζωή με στόχο να ζει κανείς όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μέρος της με καλή υγεία (Ross, 2015) . Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας το 2011, έπειτα από μελέτη των στατιστικών στοιχείων για την υγεία, αποκάλυψε μεγάλες διαφορές στην υγεία με βάση παράγοντες όπως το εισόδημα, το φύλο, την εθνικότητα και τη γεωγραφική θέση δηλώνοντας την ανάγκη για επείγουσα δράση από όλες τις κυβερνήσεις, όλους τους εργαζόμενους στον τομέα της υγείας και την παγκόσμια κοινότητα για την προστασία και την προαγωγή της

υγείας όλων των ανθρώπων του κόσμου (Ross, 2015). Η επίτευξη αυτού του στόχου αποτελεί βασικό συστατικό μιας δίκαιης κοινωνίας.

Η υγεία αποτελεί ακόμη ένα ζήτημα στο οποίο υπεισέρχεται σημαντικά η «εταιρική επιστήμη». Ο σχολιασμός του McLaren (2001) για το συγκεκριμένο ζήτημα είναι παραπάνω από κατάλληλος, υπογραμμίζοντας το γεγονός ότι η κατευθυνόμενη από τις εταιρείες επιστήμη και η ιατρική αφιερώνει ελάχιστα ή καθόλου ερευνητικά κονδύλια για ασθένειες όπως η ελονοσία, ο δάγκειος πυρετός ή η τύφλωση του ποταμού καθώς τα εκατομμύρια των θυμάτων τους δεν έχουν την αγοραστική δύναμη για την οικονομική κάλυψη των θεραπειών τους, ενώ συγχρόνως επενδύονται δισεκατομμύρια δολάρια στην έρευνα και την εμπορία αμφίβολων και συχνά θανατηφόρων φαρμάκων για τη θεραπεία μη ασθενειών των καταναλωτών σε πλούσιες αγορές (Barton, 2001). Όπως σημείωσε ο Trend (2001), η πανεπιστημιακή έρευνα έχει μετατραπεί σε μια ιδιωτική υπόθεση που χρηματοδοτείται κυρίως από τις βιομηχανίες των βιοεπιστημών και της τεχνολογίας των πληροφοριών (Barton, 2001). Ο ίδιος σημειώνει ότι στη φαρμακευτική βιομηχανία τα μεγάλα ερευνητικά προγράμματα δεν είναι πλέον αφιερωμένα στη διάσωση ζωών εκατομμυρίων ανθρώπων στον αναπτυσσόμενο κόσμο, αλλά στη δημιουργία φαρμάκων για την ανικανότητα, την παχυσαρκία, τη φαλάκρα και τις ρυτίδες, ενώ παράλληλα η ελονοσία, η φυματίωση και άλλες αναπνευστικές λοιμώξεις σκότωσαν 6,1 εκατομμύρια ανθρώπους μόνο το 2000 (Barton, 2001: σ.851).

Σύμφωνα με τη Nielsen-Bohlman (2004), περίπου 90 εκατομμύρια ενήλικες στις Ηνωμένες Πολιτείες έχουν ανεπαρκείς δεξιότητες υγειονομικού αλφαριθμητισμού ενώ συγχρόνως οι Berkman et al. (2011), έχουν εντοπίσει άμεση συσχέτιση μεταξύ του ελλειπούς υγειονομικού γραμματισμού και των αρνητικών αποτελεσμάτων στη δημόσια υγεία (Dawkins-Moultin, McDonald, Mckyer, 2016). Επομένως, η κοινωνική αναγκαιότητα για υγειονομικό γραμματισμό είναι παραπάνω από πασιφανής. Ως εκ τούτου, η ευαισθητοποίηση των παρόχων υγειονομικής περίθαλψης σχετικά με την υγειονομική ανισότητα και η παροχή των εργαλείων για να προχωρήσουν στη μεταρρύθμιση των συστημάτων στα οποία εργάζονται, καθίσταται ουσιαστική και θα πρέπει να αποτελεί βασικό ρόλο της διαμορφωτικής τους εκπαίδευσης (Ross, 2015) η οποία θα πρέπει να ξεκινάει ήδη από τα σχολικά χρόνια ώστε να μετεξελιχθεί σε κοινωνικά ευαισθητοποιημένη πανεπιστημιακή εκπαίδευση των επαγγελματιών υγείας αλλά και της κοινωνίας στο σύνολό της.

Εξ ορισμού, ο υγειονομικός γραμματισμός έχει περισσότερο γνωστικό χαρακτήρα από ό,τι οι άλλες πτυχές της προαγωγής της δημόσιας υγείας (Nielsen-Bohlman, 2004). Το Ινστιτούτο Ιατρικής της Ουάσιγκτον ορίζει τον υγειονομικό γραμματισμό ως *τον βαθμό στον οποίο τα άτομα έχουν την ικανότητα να αποκτούν, να επεξεργάζονται και να κατανοούν βασικές πληροφορίες και υπηρεσίες που απαιτούνται για τη λήψη κατάλληλων αποφάσεων σχετικά με την υγεία τους* (Nielsen-Bohlman, 2004: σ.32). Το κοινωνικοοικολογικό μοντέλο για την προαγωγή της υγείας (SEM) και η κριτική παιδαγωγική προσφέρουν ένα χρήσιμο σημείο μόχλευσης προάγοντας την αλλαγή σε ατομικό και κοινωνικό επίπεδο (Dawkins-Moulton, McDonald, Mckyer, 2016).

Συγχρόνως, ο υγειονομικός αλφαριθμητισμός υπερβαίνει την κατανόηση των βασικών πληροφοριών για την υγεία και περιλαμβάνει την κοινωνική δράση (Nutbeam, 2000). Στο ευρέως αναφερόμενο μοντέλο του για τον αλφαριθμητισμό της υγείας, ο Nutbeam (2000) κατατάσσει τις δεξιότητες που απαιτούνται για τη διαχείριση της υγείας σε τρία επίπεδα: το λειτουργικό, το επικοινωνιακό/διαδραστικό και το κριτικό, καθένα από τα οποία είναι πιο απαιτητικό γνωστικά από το πρώτο (Nutbeam, 2000). Το χαμηλότερο επίπεδο είναι το λειτουργικό, όπου τα άτομα χρειάζονται βασικές δεξιότητες για την κατανόηση των παραγόντων κινδύνου για ασθένειες και τη συμμετοχή σε καθημερινές δραστηριότητες, όπως η διαχείριση συνταγών (Nutbeam, 2000). Στο επικοινωνιακό ή διαδραστικό επίπεδο απαιτούνται μεγαλύτερες γνωστικές δεξιότητες για τη συμμετοχή στον (δημόσιο) διάλογο σχετικά με την υγεία του ατόμου π.χ. για την ανακάλυψη ενός νέου εμβολίου, την κατασκευή νοσημάτων σε διάφορα περιβάλλοντα υγείας και την εφαρμογή της μάθησης σε διάφορες καταστάσεις (Nutbeam, 2000). Οι διαδραστικές δεξιότητες μπορεί να εκδηλώνονται, για παράδειγμα, στην ικανότητα να εμπλέκεται κανείς με έναν κλινικό γιατρό σε συζήτηση σχετικά με τις θεραπευτικές επιλογές ή να χρησιμοποιεί τα μέσα μαζικής ενημέρωσης ή το διαδίκτυο για να αναζητήσει πληροφορίες για την υγεία, γνωρίζοντας την κατάλληλη μέθοδο για να το κάνει αξιολογώντας πάντα τις πηγές (Nutbeam, 2000). Η τρίτη και πιο απαιτητική βαθμίδα είναι ο κριτικός γραμματισμός υγείας (Nutbeam, 2000). Αυτό το επίπεδο χαρακτηρίζεται από αυτονομία και ενδυνάμωση (Nutbeam, 2000). Ο Nutbeam (2000) το περιγράφει ως το επίπεδο όπου τα άτομα διαθέτουν προηγμένες γνωστικές και κοινωνικές δεξιότητες οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν για την άσκηση ουσιαστικότερου και σωστότερου ελέγχου των γεγονότων και των καταστάσεων της ζωής τους (Nutbeam, 2000).

Σε μια προσπάθεια συγκερασμού όλων των παραπάνω προσεγγίσεων η ανάπτυξη δεξιοτήτων του λειτουργικού επιπέδου γραμματισμού θα πρέπει να εστιάζει την προσοχή στο άτομο και τους διαπροσωπικούς παράγοντες, όπως η ηλικία, η γλώσσα, η εκπαίδευση και οι οικογενειακές σχέσεις (Dawkins-Moulton, McDonald, Mckyer, 2016). Οι δεξιότητες του επικοινωνιακού/διαδραστικού επιπέδου πρέπει να εξετάζονται στο πλαίσιο των κοινοτικών μεταβλητών, και οι δεξιότητες του κριτικού επιπέδου διερευνώνται υπό το πρίσμα των κρατικών δομών και των πολιτικών για την υγεία (Dawkins-Moulton, McDonald, Mckyer, 2016). Επομένως, τα τρία βασικά στοιχεία της κριτικής παιδαγωγικής που διανθίζουν το παραπάνω μοντέλο είναι ο διάλογος και ο αναστοχασμός, η δημιουργία προβληματισμού του/της μαθητή/ριας και η επίλυση προβλημάτων (problem solving). Η κοινωνικοοικολογική προσέγγιση υποδεικνύει τα σημεία μόχλευσης για την παρέμβαση, ενώ η κριτική παιδαγωγική προτείνει τις πρακτικές για την εφαρμογή της (Dawkins-Moulton, McDonald, Mckyer, 2016).

Τα εκπαιδευτικά προγράμματα που στοχεύουν στον υγειονομικό αλφαριθμητισμό για την κοινωνική δικαιοσύνη θα πρέπει να θέτουν στο επίκεντρο τις ανάγκες της κοινότητας. Έτσι, η επιτυχία τους δε βασίζεται μόνο στα πρότυπα που θέτουν οι εσωτερικοί ή εξωτερικοί εκπαιδευτικοί φορείς (Ross, 2015). Πρόκειται για μια απλή αλλά δυνητικά ριζοσπαστική αρχή, η οποία μεταφέρει τον έλεγχο από το σχολείο και τους/τις εκπαιδευτικούς σε ένα ευρύτερο φάσμα συμφερόντων (Ross, 2015).

Κλείνοντας, δίνοντας διαθεματικές προεκτάσεις στην προσπάθεια του επιστημονικού υγειονομικού γραμματισμού, θα μπορούσε να ενταχθεί σε μαθήματα όπως η φυσική αγωγή, διερευνώντας θέματα περιθωριοποίησης που μπορεί να προκαλέσει π.χ. το μέγεθος του σώματος, η εθνικότητα, το φύλο, η αναπηρία και η ετεροκανονικότητα, στο πλαίσιο της φυσικής δραστηριότητας (Fitzpatrick, Russell, 2015). Επίσης, ένα μάθημα φυσικής αγωγής μπορεί να περιλαμβάνει επιστημονικές μελέτες σχετικά με την ανατομία, τη βιομηχανική δραστηριότητα κ.α. ανοίγοντας μία συζήτηση πάνω σε κρίσιμα θέματα όπως το φύλο και τη φυλετικοποίηση στα μέσα ενημέρωσης, τον αθλητισμό- πώς τα σώματα των αθλητών εμπορευματοποιούνται- την εικόνα του σώματος, το δίκαιο και ελεύθερο εμπόριο (στο πλαίσιο της παραγωγής τροφίμων) κ.α. (Fitzpatrick, Russell, 2015). Με αφορμή αυτή τη διαθεματική προσέγγιση, ακόμη ένα εξέχουσας σημασίας ζήτημα που εντάσσεται στη σφαίρα ενδιαφέροντος των φυσικών επιστημών είναι αυτό του κοινωνικού αποκλεισμού εξαιτίας της φυλής, του φύλου και της σεξουαλικής ταυτότητας τα οποία θα αναλυθούν στην ακόλουθη υποενότητα.

2.3. Διαφορετικότητα, κοινωνικός αποκλεισμός και συμπερίληψη

Στην παρούσα υποενότητα θα γίνει εκτενής αναφορά στη θεματική που αφορά οποιαδήποτε ντετερμινιστική βιολογική προσέγγιση αναφορικά με τη φυλή, το φύλο και τη σεξουαλική ταυτότητα των εκάστοτε κοινωνικών ομάδων που έχουν ως αποτέλεσμα φαινόμενα όπως αυτά του ρατσισμού, του σεξισμού, της ομοφοβίας και κάθε μορφής κοινωνικού αποκλεισμού, πολλές φορές βασισμένα σε επιστημονικοφανή αποτελέσματα. Θα παρουσιαστούν οι βασικές αρχές της αντιρατσιστικής και φεμινιστικής εκπαίδευσης, όπως επίσης και η οπτική της LGBTQ+ κοινότητας. Αναπόφευκτα, στη συγκεκριμένη ενότητα παρεισφρέουν και μεθοδολογικές προσεγγίσεις αναφορικά με το πως η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες μπορεί να γίνει πιο προσιτή για όλες τις κοινωνικές ομάδες.

Ωστόσο, πριν αναλυθούν οι επιμέρους θεματικές που αφορούν τη διαφορετικότητα και τη συμπερίληψη στην εκπαίδευση, θα ήταν χρήσιμο να δώσουμε τους ορισμούς των δύο εννοιών που θα λειτουργήσουν ως βάση για τις παρακάτω ενότητες. Η Αμερικανική Ένωση Κολλεγίων και Πανεπιστημίων παρέχει αυτή τη χρήσιμη κατευθυντήρια ορολογία. (Butterfield et. Al., 2018).

Διαφορετικότητα: Ατομικές διαφορές (π.χ. προσωπικότητα, στυλ μάθησης και εμπειρίες ζωής) και ομαδικές/κοινωνικές διαφορές (π.χ. φυλή/εθνικότητα, τάξη, φύλο, σεξουαλικός προσανατολισμός, χώρα καταγωγής και ικανότητα, καθώς και πολιτισμικές, πολιτικές, θρησκευτικές και άλλες διαφοροποιήσεις) (Butterfield et. Al., 2018: σ.108).

Συμπερίληψη: Η ενεργός, σκόπιμη και συνεχής ενασχόληση με τη διαφορετικότητα στο πρόγραμμα σπουδών και στις κοινότητες (πνευματική, κοινωνική, πολιτιστική, γεωγραφική) με τις οποίες τα άτομα μπορούν να συνδεθούν με τρόπους που αυξάνουν την ευαισθητοποίηση, τη γνώση του περιεχομένου, τη γνωστική πολυπλοκότητα και την ενσυναισθητική κατανόηση της πολύπλοκων τρόπων με τους οποίους τα άτομα αλληλεπιδρούν μέσα σε συστήματα και σε θεσμούς (Butterfield et. Al., 2018: σ.108).

Επιπρόσθετα, ο Letts (2001) δείχνει ότι τα σημαντικότερα έγγραφα πολιτικής που καθοδηγούν την επιστημονική εκπαίδευση είναι ετεροκανονικά (Letts, 2001). Τα Εθνικά Πρότυπα Επιστημονικής Εκπαίδευσης του Εθνικού Συμβουλίου Έρευνας (1996) τονίζουν ότι οι φυσικές επιστήμες στα σχολεία πρέπει να απευθύνονται σε όλους τους

μαθητές/ήτριες, ανεξάρτητα από την ηλικία, το φύλο, το πολιτισμικό ή εθνοτικό υπόβαθρο, τις αναπηρίες, τις φιλοδοξίες ή το ενδιαφέρον και τα κίνητρα για τις επιστήμες, θα πρέπει να έχουν την ευκαιρία να αποκτήσουν υψηλά επίπεδα επιστημονικού γραμματισμού, δηλαδή αυτό που αποκαλείται ως *επιστήμη για όλους* (Letts, 2001: σ.20).

2.3.1. Αντιρατσιστική εκπαίδευση

Η Roberts (2011) όρισε τη φυλή ως μια κοινωνικοπολιτική κατασκευή που δημιουργήθηκε από τον ρατσισμό για να κατηγοριοποιήσει τους ανθρώπους με φαινοτυπικούς δείκτες, όπως το χρώμα του δέρματος, το σχήμα των ματιών και την υφή των μαλλιών, και να αποδώσει κοινωνικές σημασίες σε αυτά τα φυσικά χαρακτηριστικά (Roberts, 2011). Σύμφωνα με τους Omi και Winant (2014), ενώ οι φυλετικές κατηγοριοποιήσεις, οι ταυτίσεις και οι σημασίες είναι ρευστές σε διάφορα πλαίσια, ο ρατσισμός παραμένει μονίμως ένα σύστημα καταπίεσης που προσδίδει πλεονεκτήματα στους λευκούς, ενώ εκμεταλλεύεται, υποτιμά και υποτάσσει τους ανθρώπους άλλων εθνοτικών ομάδων (Omi, Winant, 2014). Η μονιμότητα του ρατσισμού, όπως υποστηρίζουν οι Matsuda, Lawrence, Delgado και Crenshaw (1993), σημαίνει ότι δεν αποτελείται από αϊστορικά, μεμονωμένα ή παρεκκλίνοντα γεγονότα, αλλά είναι ένα ενδημικό κοινωνικό χαρακτηριστικό, που συνεχίζει να τροφοδοτείται από την εκπαίδευση και την επιστήμη και κατ' επέκταση την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες (Sheth, 2018). Αν και η φυλή δεν είναι ένα βιολογικά ή πολιτισμικά καθορισμένο σύνολο σταθερών ομαδικών χαρακτηριστικών, οι καθημερινές εμπειρίες είναι ρατσιστικοποιημένες ή δομημένες από κοινωνικοπολιτικά και ιστορικά κατασκευασμένες φυλετικές σημασίες (Sheth, 2018). Έτσι, ενώ η φυλή μπορεί να μην "υπάρχει", οι εμπειρίες των ανθρώπων στην κοινωνία, την επιστήμη και την εκπαίδευση είναι ρατσιστικοποιημένες (Sheth, 2018).

Η Harding (1993) υποστηρίζει ότι ο ρατσισμός είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με την επιστήμη ως θεσμός και προνομιακό πεδίο κατασκευής της γνώσης (Hodson, 1993). Παρόλο που η επιστήμη συχνά παραποιείται ως μια αμερόληπτη προσπάθεια αναζήτησης της γνώσης που αναζητά αντικειμενικά καθολικές αλήθειες για τον φυσικό κόσμο (Hodson, 1993), οι μελετητές/ριες των κριτικών επιστημονικών σπουδών και οι μη λευκοί κυρίως επιστήμονες συνεχίζουν να καταδεικνύουν τους τρόπους με τους οποίους οι επιστημονικές πολιτικές και πρακτικές έχουν ενημερωθεί και τροφοδοτούν τον ρατσισμό (Hodson, 1993).

Για παράδειγμα, όπως τονίζει ο Malcom (1990), τα «λευκά» επιστημονικά ιδρύματα και οι επιστήμονες έχουν συστηματικά οριοθετήσει την επιστήμη μέσω μηχανισμών, όπως ο αποκλεισμός της οπτικής των μαύρων κοινοτήτων και του επιστημονικού έργου των μαύρων επιστημόνων (Sheth, 2018). Επιπλέον, οι λευκοί επιστήμονες και τα επιστημονικά ιδρύματα, λειτουργώντας με βάση τις υποθέσεις της λευκής υπεροχής και όχι τις αντικειμενικές επιστημονικές μεθόδους, νομιμοποίησαν ιδέες σχετικά με τις φυλετικές διαφορές σε σχέση με τα χαρακτηριστικά προσωπικότητας/πολιτισμού για να υποστηρίξουν την υποταγή των μαύρων κοινοτήτων (Roberts, 2011). Υπάρχουν επίσης όλο και περισσότερες αποδείξεις ότι η παραγωγή επιστημονικής γνώσης, που παρουσιάζεται ως φυλετικά ουδέτερη, έχει οικοδομηθεί πάνω στην ανήθικη μεταχείριση και εκμετάλλευση των σωμάτων και της γνώσης των μαύρων κοινοτήτων προς όφελος των λευκών θεσμών και ατόμων (Roberts, 2011).

Η αντιρατσιστική εκπαίδευση ενδιαφέρεται να αποκαλύψει, να αντιμετωπίσει και να καταπολεμήσει ρατσιστικές συμπεριφορές και πρακτικές που εισάγουν διακρίσεις εις βάρος ορισμένων μειονοτικών ομάδων και οδηγούν σε άνιση κατανομή ευκαιριών, πλούτου και εξουσίας (Hodson 1999). Παρά την "επίσημη ισότητα" όσον αφορά τα δικαιώματα ψήφου, τα νομικά δικαιώματα και τις ευκαιρίες εκπαίδευσης και απασχόλησης τα μέλη ορισμένων εθνοτικών μειονοτικών ομάδων υποεκπροσωπούνται σε θέσεις εξουσίας και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, έχουν χαμηλότερες σχολικές επιδόσεις, υπερεκπροσωπούνται στις στατιστικές εγκληματικότητας και τείνουν να έχουν χειρότερη υγεία, χαμηλότερο προσδόκιμο ζωής και χειρότερες συνθήκες στέγασης (Hodson 1999). Γιατί και πώς συμβαίνει αυτό, και τι μπορεί και πρέπει να γίνει γι' αυτό, είναι τα ερωτήματα που θέτει η αντιρατσιστική εκπαίδευση μέσα από την ιστορία και τις κοινωνικές σπουδές, μέσω της λογοτεχνίας και της τέχνης, αλλά και μέσω της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες (Hodson 1999).

Η Nardi, το 2021, στο άρθρο της με τίτλο *Antiracist Opportunities in the Journal of Microbiology and Biology Education: Considerations for Diversity, Equity, and Inclusion*, ασκεί οξεία κριτική αναφορικά με το γεγονός ότι η επιστήμη παραμένει γεμάτη με στερεότυπα και στοιχεία που ενισχύουν τους κοινωνικούς αποκλεισμούς (Nardi, 2021). Πιο συγκεκριμένα, υποστήριξε ότι στην προσπάθεια περιγραφής των τρόπων με τους οποίους η επιστήμη μπορεί να γίνει πιο συμπεριληπτική, είναι πρωταρχικό να εξεταστούν οι τρόποι με τους οποίους η επιστήμη ενισχύει τους κοινωνικούς αποκλεισμούς (Nardi, 2021). Χωρίς κριτικό προβληματισμό σχετικά με τις πρακτικές και τη θεωρητική συλλογιστική πίσω από

αυτές, θα συνεχίσουμε να μετριάζουμε τα συμπτώματα της ανισότητας χωρίς να αντιλαμβανόμαστε πλήρως την ίδια την ασθένεια (Nardi, 2021: σ.1), όπως αναφέρει η ίδια η Nardi. Η δυτική επιστήμη προέρχεται από την ευρωπαϊκή σκέψη ενώ συγχρόνως οικειοποιείται γνώσεις από μη ευρωπαϊκούς πολιτισμούς π.χ. τα μαθηματικά προέρχονται από τον ινδικό και τον αραβικό πολιτισμό, αλλά διεκδικήθηκαν από τους Ευρωπαίους κατά τη διάρκεια της Αναγέννησης (Nardi, 2021). Επιπλέον, η δυτική επιστήμη συνεχίζει να υποστηρίζει τον ευρωκεντρισμό τοποθετώντας την επιστήμη ως εγγενώς δίκαιη λόγω της αντικειμενικής και ουδέτερης φύσης των επιστημονικών μεθόδων παρόλο που οι κριτικοί μελετητές απορρίπτουν την έννοια της αντικειμενικότητας ή της ουδετερότητας σε οποιαδήποτε επιστήμη (Nardi, 2021). Η επιστήμη (σε στενή συνεργασία με τα εκπαιδευτικά ιδρύματα) συνεχίζει να υποστηρίζει τη λευκή υπεροχή εκτιμώντας τις πολιτισμικές γνώσεις και τις διαθέσεις των λευκών ομάδων της μεσαίας και ανώτερης τάξης και στοχεύει στην εξυγίανση των μη λευκών και κατώτερης κοινωνικής τάξης μαθητών/ριών, δίνοντάς τους τις γνώσεις και τις δεξιότητες που χρειάζονται για να αφομοιωθούν και να εξυπηρετήσουν τις κοινωνικές ανάγκες, οι οποίες συχνά καθοδηγούνται από τις απαιτήσεις των επιχειρήσεων, τον καπιταλισμό και τις κυρίαρχες αμερικανικές αξίες, όπως ο ατομικισμός (Nardi, 2021). Μια κρίσιμη παραδοχή για την αύξηση της συμπερίληψης στις επιστήμες είναι ότι η κυρίαρχη επιστήμη και η επιστημονική εκπαίδευση αντιπροσωπεύουν έναν συγκεκριμένο τρόπο γνώσης και δεν είναι απαλλαγμένες από αξίες (Nardi, 2021). Εκείνο που τονίζει στη συνέχεια και ταυτίζεται με τις αρχές της κριτικής παιδαγωγικής είναι πως το έργο της δημιουργίας αντιρατσιστικών συστημάτων πρέπει να γίνει σε συνεργασία με τις κοινότητες και όχι απλώς για τις κοινότητες (Nardi, 2021: σ.2) που είναι κοινωνικά αποκλεισμένες.

Το 2018 η Sheth εξέδωσε το άρθρο *Grappling with racism as foundational practice of science teaching*, ενώ το 2020 οι Chaudhary και Berhe εξέδωσαν το άρθρο *Ten simple rules for building an antiracist lab*. Τα τρία αυτά άρθρα [συμπεριλαμβανομένου του προαναφερθέντος άρθρου της Nardi (2021)] προτείνουν μεθόδους αξιοποίησης για την αντιρατσιστική εκπαίδευση. Παρακάτω θα επιδιωχθεί ένας δευτερογενής συγκερασμός των όσων προτείνουν και τα τρία άρθρα.

1. Συζήτηση θεμάτων από την επικαιρότητα με αντιρατσιστικό περιεχόμενο.
2. Παρουσίαση επιστημονικών αποδείξεων εναντίον αρχών του βιολογικού ντετερμινισμού.
3. Σαφής αντιρατσιστική στάση του/της εκπαιδευτικού.

4. Ανάδειξη επιστημόνων και περιθωριοποιημένων φωνών από όλες τις εθνοτικές (και κοινωνικές) ομάδες.
 5. Χωρίς πίεση παρότρυνση των μαθητών και των μαθητριών όλων των εθνοτικών (και κοινωνικών) ομάδων να εκφράσουν τις εμπειρίες τους σε ζητήματα κοινωνικού αποκλεισμού (ο υπέρμετρος ενθουσιασμός του/της εκπαιδευτικού, πολλές φορές μπορεί να έχει τα αντίθετα αποτελέσματα).
 6. Επιδίωξη συνεργασίας και επικοινωνίας με σχολεία από ποικίλες εθνοτικές (και κοινωνικές) ομάδες .
 7. Διακριτική προσπάθεια του/της εκπαιδευτικού τα άτομα όλων των εθνοτικών (και κοινωνικών) ομάδων να λαμβάνουν ηγετικές θέσεις ή θέσεις ευθύνης σε επιστημονικά project.
 8. Οργάνωση εργασιών και παρουσιάσεων επιστημονικών εργασιών με βάση τα δικά τους κοινωνικοπολιτισμικά πλαίσια.
 9. Επικοινωνία και δημιουργία δικτύου με φορείς πολλαπλών κοινοτήτων για την αξιολόγηση και αντιμετώπιση τοπικών προβλημάτων.
 10. Δημιουργία σαφών συνδέσεων μεταξύ των συμπτωμάτων καταπίεσης και των συστημάτων καταπίεσης.
 11. Μεγάλη προσοχή στη χρήση της γλώσσας και το πως νοηματοδοτείται από την εκάστοτε εθνοτική (κοινωνική) ομάδα
 12. Αξιολόγηση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των εθνοτικών (κοινωνικών) ομάδων που βρίσκονται στην τάξη των φυσικών επιστημών.
 13. Ανάπτυξη της ικανότητας υποστήριξης πολύπλευρων ταυτοτήτων, όπως οι "μαύρες γυναίκες επιστήμονες" και οι "Λατίνοι queer επιστήμονες" (π.χ. και τα τρία αυτά άρθρα έχουν γραφτεί από μη λευκές γυναίκες ερευνήτριες).
- (Sheth, 2018 – Chaudhary, Berhe, 2020 - Nardi, 2021)

Φυσικά, η εφαρμογή των μεθόδων αυτών μπορεί να γενικευτεί συνολικά σε ζητήματα κοινωνικών αποκλεισμών που θα αναλυθούν παρακάτω. Πιο συγκεκριμένα, στη συνέχεια θα παρουσιαστούν οι βασικές αρχές της φεμινιστικής εκπαίδευσης αλλά και το πόσο η επιστήμη επηρεασμένη από το κοινωνικοπολιτισμικό πλαίσιο μέσα στο οποίο διαμορφώθηκε, παραμένει μέχρι και σήμερα φορέας σεξιστικών ιδεών.

2.3.2. Ζητήματα φύλου

Πριν το φεμινιστικό κίνημα της δεκαετίας του 1960, οι διακρίσεις των κοριτσιών στα σχολεία ήταν συχνές (Barton, 1997). Αν ένα κορίτσι ήθελε να ακολουθήσει τις φυσικές επιστήμες, το πιθανότερο ήταν ότι αποθαρρύνθηκε και προσανατολίστηκε στο να επιλέξει τομείς που θα την προετοιμάσουν για τους πιο παραδοσιακούς γυναικίους ρόλους (Barton, 1997). Το φεμινιστικό κίνημα και οι διεκδικήσεις του ανέδειξαν το ζήτημα της έμφυλης επιστήμης (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Τις τελευταίες δεκαετίες το ζήτημα του φύλου ως μία ιστορικά μεταβαλλόμενη κοινωνική κατασκευή, αξιοποιήθηκε ως μέσο για την εξέταση των παραγόντων διαμόρφωσης των επιστημών και των θεσμικών αποτυπώσεών τους (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Η βασική εκπρόσωπος του ρεύματος της «φεμινιστικής επιστημολογικής σκοπιάς» (feminist epistemological standpoint theory) είναι η Sandra Harding, η οποία με το βιβλίο της *The Science Question in Feminism* (1986) θέτει το ζήτημα της επιστήμης στο φεμινισμό, δηλαδή κατά πόσο μπορεί κανείς να αποδέχεται και να χρησιμοποιεί τις επιστήμες νομιμοποιώντας τις, όταν αυτές ευθυγραμμίζονται απολύτως με ανδροκεντρικά και αστικά πρότυπα (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019).

Συγχρόνως, οι βασικές θεωρητικές φεμινιστικές προσεγγίσεις στο ζήτημα των σχέσεων των φύλων αναδεικνύουν τρία κυρίαρχα ρεύματα: τον φιλελεύθερο φεμινισμό, τον ριζοσπαστικό/μεταμοντέρνο φεμινισμό και τον μαρξιστικό/σοσιαλιστικό φεμινισμό (Κατσιαμπούρα, 2024).

Ο φιλελεύθερος φεμινισμός επικεντρώνεται στην ανισότητα των δικαιωμάτων μεταξύ ανδρών και γυναικών. Πιστεύει ότι η ισότητα των φύλων μπορεί να επιτευχθεί μέσω της παροχής ίσων ευκαιριών σε άνδρες και γυναίκες όπως τα δικαιώματα στη ζωή, π.χ. η ελευθερία και η ιδιοκτησία (σύμφωνα με αυτή τη γραμμή σκέψης), την παροχή κινήτρων στις γυναίκες για πιο ενεργή συμμετοχή στην πολιτική σκηνή και την ίση πρόσβαση σε οικονομικές ευκαιρίες και στην εκπαίδευση (Κατσιαμπούρα, 2024). Σύμφωνα με το ίδιο ρεύμα, η λύση για την εγκαθίδρυση της δικαιοσύνης μεταξύ ανδρών και γυναικών, μπορεί να επιτευχθεί με την άρση των νομικών εμποδίων που προκαλούν αυτή την ανισότητα εξαλείφοντας έτσι φαινόμενα όπως η εισοδηματική ανισότητα, η ενδοοικογενειακή βία, ο βιασμός κ.λπ. (Κατσιαμπούρα, 2024).

Ο ριζοσπαστικός/μεταμοντέρνος φεμινισμός είναι ένα πολύπλοκο ρεύμα σκέψης που εμφανίστηκε στις δεκαετίες του 1960 και 1970. Χαρακτηρίζεται από την κριτική του στην παραδοσιακή οικογένεια ως έναν πατριαρχικό θεσμό που διαιώνίζει την ανισότητα των φύλων, την εστίασή του στις εμπειρίες των μη λευκών γυναικών και άλλων περιθωριοποιημένων ομάδων και την απόρριψη της ιδέας ότι υπάρχει ένας ενιαίος, καθολικός ορισμός της γυναικείας φύσης υποστηρίζοντας ότι το φύλο είναι ένα κοινωνικό κατασκεύασμα και όχι ένα βιολογικό γεγονός και ότι το δυαδικό φύλο (αρσενικό/θηλυκό) είναι μια μορφή καταπίεσης που περιορίζει τις δυνατότητες των γυναικών (Κατσιαμπούρα, 2024: σ.3).

Ο σοσιαλιστικός φεμινισμός βασίζεται στις θεωρίες του κλασικού μαρξισμού σχετικά με την ταξική οργάνωση της κοινωνίας, θεωρώντας τις διαφορές των φύλων ως παράγοντα που διαιώνίζει την κοινωνική ανισότητα (Κατσιαμπούρα, 2024).

Εδώ αναδεικνύεται το κρίσιμο ζήτημα της σχέσης μεταξύ φύλου και τάξης και το «ποιο είναι τελικά αυτό που έρχεται πρώτο από τα δύο;». Σύμφωνα με την Κατσιαμπούρα (2024) σημείο εκκίνησης της ανάλυσής είναι ότι το φύλο θα πρέπει να προσεγγιστεί ως μια πτυχή της ταυτότητας του υποκειμένου που συνδέεται με τους κοινωνικούς θεσμούς και τις πρακτικές καθώς η προσωπική ζωή και οι κοινωνικές δομές είναι αλληλεπικαλυπτόμενες μεταξύ τους (Κατσιαμπούρα, 2024). Η ενοποιητική θεώρηση της κοινωνικής αναπαραγωγής (Social Reproduction Theory: SRT) ουσιαστικά επιδιώκει να απαντήσει σε αυτό το ερώτημα επιμένοντας ότι θα πρέπει να δίνεται έμφαση σε μια ενοποιητική λογική, που αναφέρεται ταυτόχρονα στην εκμετάλλευση και την καταπίεση ενοποιώντας έτσι τις «σφαίρες» της παραγωγής και της αναπαραγωγής και παρέχοντας ένα χρήσιμο μοντέλο για την κατανόηση των σχέσεων των φύλων, τονίζοντας τη σημασία της κριτικής των οικονομικών διαδικασιών που διαμορφώνουν την κοινωνική πραγματικότητα (Κατσιαμπούρα, 2024).

Πώς όμως τελικά μπορεί να γεφυρωθεί η κριτική φεμινιστική θεωρία με τις αρχές της κριτικής παιδαγωγικής; Κατά τη Harding (1986), η ανάγκη για μια σφαιρική αναπροσαρμογή των επιστημών με βάση τις κοινωνικές εμπειρίες των γυναικών είναι επιτακτική (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Οι τρεις κύριες φεμινιστικές επιστημολογικές προσεγγίσεις για τη γνώση και την έρευνα, που έχουν υιοθετηθεί τα τελευταία χρόνια είναι ο φεμινιστικός εμπειρισμός, η θεωρία standpoint και τα διάφορα κινήματα που επικεντρώνονται στην επιστημονική γλώσσα (κοινωνικός

κονστρουκτιβισμός, κονστρουκτιβισμός, μεταμοντερνισμός, μεταδομισμός) (Wigginton, Lafrance, 2019). Όπως αναφέρει η Κατσιαμπούρα (2008), ουσιαστικά τα ρεύματα αυτά έχουν ως στόχο την ανασυγκρότηση μιας λιγότερο ανδροκεντρικής επιστημονικής γνώσης (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019).

Επιπλέον, οι φεμινίστριες θεωρητικοί έχουν υποστηρίξει ότι η απουσία γυναικών από την επιστημονική κοινότητα δεν μπορεί να λυθεί πλήρως παρέχοντας στα κορίτσια μεγαλύτερη έκθεση σε επιστημονικά ζητήματα ή ακόμη και απλώς με την αναγνώριση ότι η επιστήμη είναι κοινωνικά δομημένη, όπως έχουν προσπαθήσει μέχρι τώρα να τονίσουν οι οποιεσδήποτε μεταρρυθμιστικές προσπάθειες (Wigginton, Lafrance, 2019). Η αντικειμενική δυσκολία που πρέπει να αντιμετωπιστεί είναι ότι εξ αιτίας της φίμωσης των γυναικών ως επιστημονικών ερευνητριών υπάρχει ήδη μια αντρική κατασκευή της επιστήμης (Harding 1991). Επιπρόσθετα, λόγω της ιεραρχικής τοποθέτησης της επιστήμης σε ένα φυλετικό, ταξινομημένο και έμφυλο δυτικό κόσμο, πολλές φεμινίστριες θεωρητικοί επεκτείνουν το επιχείρημά τους συμπεριλαμβάνοντας την ιδέα ότι η επιστήμη έχει κατασκευαστεί επίσης γύρω από τις αξίες της λευκής, μεσαίας και ανώτερης τάξης και της οικογένειας (Harding 1991). Άρα, η επιστήμη πολλές φορές, υπό τον μανδύα της αξιακής αντικειμενικότητας και ουδετερότητας, έχει συχνά λειτουργήσει εις βάρος περιθωριοποιημένων ομάδων (Harding 1991). Ένα πολύ χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτού είναι η έρευνα που διετέλεσε κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '90, η πρωτοπόρος φεμινίστρια ψυχολόγος Naomi Weisstein (1993[1968]) στο έργο της *Kinder, kuche, kirche, as scientific laws: Psychology constructs the female*, η οποία κατέγραψε τις συστημικές προκαταλήψεις και τα στερεότυπα για τις γυναίκες που κυριαρχούσαν στον κλάδο της ψυχολογίας, ταξινομώντας τελικά τις γυναίκες ως *ασυνεπείς, συναισθηματικά ασταθείς, χωρίς ισχυρή συνείδηση ή υπερεγώ, πιο αδύναμες, "περιποιητικές" παρά παραγωγικές, "διαισθητικές" παρά έξυπνες και, κατάλληλες για το σπίτι και την οικογένεια* (Wigginton, Lafrance, 2019: σ.2). Με άλλα λόγια, όπως προσθέτει η Longino (1989), οι πολιτικές και κοινωνικές προσπάθειες των δύο τελευταίων αιώνων για τον περιορισμό της εκπροσώπησης των γυναικών και των μειονοτήτων στη δυτική επιστήμη έχουν οδηγήσει σε μια επιστημονική κουλτούρα εμποτισμένη με ένα σύνολο κανόνων και αξιών που συμμορφώνονται με τους λευκούς, τη μεσαία τάξη, τους ετερόφυλους και τις ανδρικές κοσμοθεωρίες (Barton, 1997). Αυτό το επιχείρημα προσδίδει μια νέα προοπτική στην ερμηνεία των προσπαθειών του σχολείου να καταστήσει την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες χωρίς αποκλεισμούς (Barton, 1997).

Το πρώτο θέμα που πρέπει να διερευνηθεί στη φεμινιστική απελευθερωτική εκπαίδευση είναι ο ρόλος της κριτικής στο μάθημα των φυσικών επιστημών. Αυτό το θέμα είναι ιδιαίτερα σημαντικό στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες, επειδή ανέκαθεν ήταν ένας τομέας που καθοριζόταν από το αντρικό φύλο (Barton, 1997). Ωστόσο η βάση της θετικιστικής ιδεολογίας που διέπει την επιστήμη, θεωρούνταν ανέκαθεν αμερόληπτη (Barton, 1997). Στην παραδοσιακή τάξη των φυσικών επιστημών, οι αντιφάσεις μεταξύ του μη προβληματικού τρόπου με τον οποίο παρουσιάζεται η επιστήμη και της ενσωμάτωσης έμφυλων, φυλετικών και ταξικών αξιών στη διαδικασία και το περιεχόμενο της επιστήμης οδηγούν σε διάφορες αλληλένδετες μορφές καταπίεσης (Barton, 1997). Η πρώτη μορφή καταπίεσης φωλιάζει στην έλλειψη ποικιλομορφίας στις ιδέες και τις γνώσεις, με αποτέλεσμα οι μαθητές/ήτριες αναμένεται συχνά να κατανοήσουν τον κόσμο με προκαθορισμένους τρόπους (Barton, 1997). Η δεύτερη αφορά το ζήτημα της "αλήθειας". Οι μαθητές/ήτριες των φυσικών επιστημών μαθαίνουν γρήγορα ότι αν οι προδιαγεγραμμένοι τρόποι ενασχόλησης με τις φυσικές επιστήμες δεν βγάλουν νόημα, δεν τους φαίνονται σωστοί ή δεν συνδέονται με τις εμπειρίες τους, τότε αυτοί είναι που κάνουν λάθος ή είναι διανοητικά ανεπαρκείς (Barton, 1997).

Η προσεκτικότερη εξέταση του φύλου στην ανθρώπινη βιολογία παρέχει άφθονο χώρο για κριτικό προβληματισμό κάτι το οποίο συνδέεται άμεσα με την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες. Για παράδειγμα η Emily Martin (1991) έχει δείξει ότι η έμμηνος ρύση θεωρείται στα επιστημονικά εγχειρίδια ως αποτυχία της γυναίκας να συλλάβει, ενώ η δημιουργία του σπέρματος θεωρείται ως ένα θαυμάσιο επίτευγμα κατά το οποίο κατασκευάζονται αμέτρητα εκατομμύρια σπερματοζωάρια κάθε μέρα (Reiss, 2019). Επιπλέον, τα σπερματοζωάρια θεωρούνται ενεργά, ενώ το ωάριο παθητικό και απλώς παρασύρεται ή κάθεται εκεί «*περιμένοντας*» (Reiss, 2019: σ.5). Το 1948 η Ruth Herschberger υποστήριξε ότι τα γυναικεία αναπαραγωγικά όργανα (είναι δύσκολο στον επιστημονικό λόγο γύρω από το φύλο να αποφευχθεί η αναφορά στην αναπαραγωγή) θεωρούνται κατά κάποιον τρόπο λιγότερο αυτόνομα από εκείνα του άνδρα (Reiss, 2019). Εντύπωση προκαλεί ο τρόπος με τον οποίο απεικονίζεται το ωάριο στα επιστημονικά εγχειρίδια ο οποίος μάλιστα έχει παρομοιαστεί με εκείνον του παραμυθιού της Ωραίας Κοιμωμένης, στο οποίο μια αδρανής, παρθένα νύφη περιμένει το μαγικό φιλί ενός άνδρα για να ξυπνήσει (Reiss, 2019). Ωστόσο, εδώ και πάνω από μια δεκαετία οι βιολόγοι βλέπουν τόσο το ωάριο όσο και το σπέρμα ως ενεργούς εταίρους (Reiss, 2019). Παρ' όλα αυτά, όπως επισημαίνει ο Martin (1991), ακόμη και όταν αναγνωρίζεται, αυτή η βιολογική ισότητα εξακολουθεί να περιγράφεται γενικά με

μια γλώσσα που δίνει προτεραιότητα στο σπέρμα, ενώ όταν το ωάριο παρουσιάζεται σε ενεργό ρόλο, η εικόνα είναι αυτή ενός επικίνδυνου επιτιθέμενου «μάλλον σα μια αράχνη που παραμονεύει στον ιστό της» (Martin, 1991: σ.498).

Συνοψίζοντας, το 2024 η Κατσιαμπούρα στο άρθρο της *From Critical Feminist Theory to Critical Feminist Revolutionary Pedagogy* παραθέτει τα χαρακτηριστικά της Κριτικής Φεμινιστικής Επαναστατικής Παιδαγωγικής τα οποία ουσιαστικά καταφέρνουν να εντάξουν τη φεμινιστική θεώρηση στις πρακτικές της κοινωνικής παιδαγωγικής. Αυτές είναι οι εξής:

1) Η σχολική τάξη ως χώρος διαλόγου προϋποθέτει:

- την αλληλεπίδραση με θεωρητικά ρεύματα όπως η κριτική επαναστατική παιδαγωγική και η κριτική φυλετική θεωρία, και οι συνακόλουθες πρακτικές αντίστασης τους,
- την επανεξέταση των ηγεμονικών εννοιών της καταπίεσης, της αντίστασης, της γνώσης και της εξουσίας και τι μπορεί να σημαίνει αυτό στο πλαίσιο της διδασκαλίας και της μάθησης στον 21ο αιώνα, όπως αναφέρει η Gale de Saxe (2016),
- τη συμμετοχή σε συζητήσεις που ζητούν τόσο από τους/τις εκπαιδευτικούς όσο και από τους/τις μαθητές/ήτριες να επανεξετάζουν σε μόνιμη βάση τους σκοπούς του σχολείου.

Αυτά μπορούν να γίνουν αφετηρία για τον επανασχεδιασμό της εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών μέσα από έναν κριτικό φεμινιστικό φακό αμφισβητώντας το status quo της εκπαίδευσης και συμμετέχοντας κριτικά στην αμφισβήτηση των κυρίαρχων ιδεολογικών «μεταρρυθμίσεων» και στην οικοδόμηση σοβαρών εναλλακτικών λύσεων σε αυτές, σύμφωνα με τους McLaren και Ferahmandpur (2000) (Κατσιαμπούρα, 2024).

2) Πρακτικές αντίστασης όπως:

- αμφισβήτηση της κανονικότητας και του κυρίαρχου συστήματος γνώσης,

- αμφισβήτηση της ηγεμονικής θέσης της ανισότητας και εξέταση των διαφορετικών μεθόδων και μορφών αντίστασης ως τρόπο κατανόησης των ρόλων του εκπαιδευτικού και του μαθητή,
- αναστοχασμός της γνώσης στο πλαίσιο του κυρίαρχου εκπαιδευτικού μοντέλου και του μετασχηματισμού της κριτικής γνώσης σε χειραφετητική δράση (Σκορδούλης, 2016),
- αμφισβήτηση της ηγεμονικής και πατριαρχικής κουλτούρας και φύσης του προγράμματος σπουδών,
- προώθηση των ανθρώπινων αξιών, οι οποίες διευρύνουν την κριτική και συναισθηματική ικανότητα του/της εκπαιδευτικού για την καλλιέργεια αποτελεσματικότερης σχέσης με τους/τις μαθητές/ήτριες δίνοντας έμφαση στην έννοια της «ελπίδας» για μια εκπαίδευση που στοχεύει στην ελευθερία και την αλληλεγγύη, όπως υποστήριξαν οι Freire (2000) και Darder (2020) (Κατσιαμπούρα, 2024).

Όπως διευκρινίζουν οι Darder & Miron (2006), ουσιαστικά, η πρακτική της αντίστασης θα μπορούσε να οριστεί περιεκτικά ως η προσπάθεια διεύρυνσης των ορίων των κριτικών εκπαιδευτικών αρχών προκειμένου να υιοθετηθεί ένα νέο κοινωνικό και θεσμικό πλαίσιο με την εφαρμογή χειραφετητικών θεωριών που θα αντιμετωπίσει τις ηγεμονικές ρητορικές που καθιστούν τους εκπαιδευτικούς, τους/τις μαθητές/ήτριες, τους γονείς και τις κοινότητες χωρίς έκφραση και χωρίς κοινωνική δράση (Κατσιαμπούρα, 2024: σ.11).

3) Η κριτική παραγωγή γνώσης απαιτεί την εξέταση:

- της κριτικής φεμινιστικής σκέψης και πρακτικής,
- της σχέσης με τον κυρίαρχο πατριαρχικό λόγο και τους ηγεμονικούς τρόπους οργάνωσης και παραγωγής γνώσης, σύμφωνα με τη Harding (2004),
- της συμμετοχής του/της εκπαιδευτικού σε ζητήματα ανισότητας και αδικίας τόσο στο σχολείο όσο και στον κοινωνικό σχηματισμό, η οποία απαιτεί πολιτική σκέψη, συλλογική δράση και δέσμευση, σύμφωνα με τις Καλεσάκη και Κατσιαμπούρα (2022),
- της δημιουργίας χώρου σε μη ανδροκεντρικές διδακτικές προσεγγίσεις όπου θα παρουσιάζονται και θα ακούγονται οι απόψεις όλων των κοινωνικών ομάδων και όχι μόνο των ισχυρών, όπως τονίζει και ο Kincheloe (2008) (Κατσιαμπούρα, 2024).

Επομένως, Η Κριτική Φεμινιστική Επαναστατική Παιδαγωγική μπορεί να προσφέρει στους/στις εκπαιδευτικούς την ευκαιρία να προβληματιστούν σχετικά με το πώς η εκπαίδευση είναι μια μορφή πολιτισμικής πολιτικής και πώς πρακτικές όπως η συμμετοχή σε αναστοχαστικές και κριτικές συζητήσεις μπορούν να προσφέρουν νέους τρόπους αμφισβήτησης της «παραδοσιακής» φύσης της σχολικής εκπαίδευσης (Κατσιαμπούρα, 2024). Μέσα σε ένα κριτικό φεμινιστικό πλαίσιο, οι εκπαιδευτικοί και οι εκπαιδευτές/ριές τους μπορούν να συνδιαμορφώσουν μαθησιακές εμπειρίες που αμφισβητούν το status quo, να αποδομήσουν τις υπάρχουσες κυρίαρχες αφηγήσεις και να καθορίσουν τους ρόλους τους στην οικοδόμηση ενός πιο δημοκρατικού και δίκαιου εκπαιδευτικού συστήματος (Κατσιαμπούρα, 2024). Αυτό περιλαμβάνει την κριτική ενασχόληση με τις εκπαιδευτικές «μεταρρυθμίσεις», ενώ παράλληλα αναζητούνται ενεργά εναλλακτικές προσεγγίσεις που προωθούν την κοινωνική δικαιοσύνη και τον κοινωνικό μετασχηματισμό (Κατσιαμπούρα, 2024).

Κλείνοντας, και περνώντας στην επόμενη ενότητα, συμπεραίνουμε ότι οι κυρίαρχες επιστημολογίες, που ασκούνται από το αστική επιστημονική καθεστηκυία τάξη, αποϊστοριοποιούν το φαινόμενο του κοινωνικού αποκλεισμού στους κόλπους της επιστημονικής γνώσης. Έτσι, αντί να το προσεγγίζουν αποδεχόμενοι/ες την ύπαρξη της ταξικής πάλης, της πατριαρχικής καταπίεσης και των ετεροκανονικών, ομοφοβικών προοπτικών επιλέγουν να το φετιχοποιούν ως κάτι το αναπόφευκτο (Barton, 2001). Σε αυτό το πλαίσιο, τις τελευταίες δεκαετίες το ενδιαφέρον έχει επικεντρωθεί σε μεγάλο βαθμό στην ανάδειξη των φωνών της ΛΟΑΤΚΙ+ κοινότητας. Πώς όμως μπορεί η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες να συμβάλλει καθοριστικά στην μετατόπιση των αξιών και των στάσεων της κοινωνίας αναφορικά με ζητήματα σεξουαλικής ταυτότητας; Πώς ένα μάθημα φυσικών επιστημών μπορεί να γίνει πιο ελκυστικό για άτομα κάθε σεξουαλικού προσανατολισμού έτσι ώστε να νιώθουν ότι εντάσσονται σε αυτό; Πώς μπορεί ο/η εκπαιδευτικός της τάξης να διαχειριστεί τις λεπτές αυτές ισορροπίες; Ερωτήματα όπως αυτά επιδιώκει να απαντήσει η παρακάτω υποενότητα.

2.3.3. Ζητήματα σεξουαλικής ταυτότητας

Οι εκπαιδευτικοί που αποσκοπούν στην κοινωνική δικαιοσύνη ξεκινούν από εκεί που βρίσκονται οι μαθητές/ήτριες τους, συνδεδεμένοι/ες με τις εμπειρίες τους και τις προοπτικές τους για να τους στηρίξουν στην εξεύρεση βαθύτερων και μερικές φορές διαφορετικών κατανοήσεων (Gunckel, 2019). Μια τέτοια περίπτωση είναι και αυτή της σεξουαλικής ταυτότητας. Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει πολύ λόγος για τα ζητήματα της LGBTQ+ κοινότητας και την queer θεωρία. Πολλοί εκπαιδευτικοί που ασπάζονται την κοινωνική ατζέντα της κοινωνικής δικαιοσύνης θέτουν το ερώτημα του πώς είναι εφικτό να αφομοιώσουν τους όρους queer και queer θεωρία στο επαγγελματικό τους έργο με στόχο την καταπολέμηση της ομοφοβίας στα σχολεία (Gunckel, 2019). Ενώ είναι πλέον πολιτικά αποδεκτό να αναγνωρίζονται τα ΛΟΑΤΚΙ+ ζητήματα ως συναφή στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών, εξακολουθούν να αποτελούν ένα άβολο θέμα για πολλούς, οι οποίοι/ες στην πλειοψηφία τους αισθάνονται αναρμόδιοι να μιλήσουν για θέματα που σχετίζονται με τα LGBTQ+ άτομα στην τάξη (Gunckel, 20019).

Εδώ γεννάται το ερώτημα για το πώς οι εκπαιδευτικοί μπορούν να βγουν από αυτή την «άβολη κατάσταση». Οι προσεκτικά σχεδιασμένες και υλοποιημένες εκπαιδευτικές παρεμβάσεις μπορούν να έχουν θετική επίδραση στις γνώσεις και τις στάσεις εκπαιδευτικών απέναντι στα ΛΟΑΤΚΙ+ άτομα (Butler, 1999). Για παράδειγμα, οι καθηγητές/ήτριες των εκπαιδευτικών μπορούν να χρησιμοποιήσουν παιδική και νεανική λογοτεχνία με θέματα ΛΟΑΤΚΙ+ στα μαθήματα τους τονίζοντας ότι η αναγνώριση των ΛΟΑΤΚΙ+ ατόμων, οικογενειών και θεμάτων στην τάξη είναι ένας τρόπος για να γίνει το σχολείο πιο συμπεριληπτικό για όλους (Brant, Willox, 2021). Μια άλλη στρατηγική που χρησιμοποιείται από τους/τις καθηγητές/ήτριες εκπαιδευτικών περιλαμβάνει τη χρήση συγκεκριμένων αναγνωσμάτων με προσωπικές αφηγήσεις και άρθρα ακαδημαϊκών περιοδικών επιτυγχάνοντας τη σταδιακά βαθύτερη εμπλοκή τους (Brant, Willox, 2021).

Ο στόχος ενός προγράμματος σπουδών προετοιμασίας εκπαιδευτικών με queer-συμπεριληπτικότητα είναι οι υποψήφιοι/ες εκπαιδευτικοί να χρησιμοποιήσουν το υλικό που παρουσιάζεται από το πρόγραμμα εκπαίδευσης για να εξετάσουν τις δικές τους προκαταλήψεις σχετικά με τη σεξουαλικότητα και το φύλο, να κατανοήσουν τις συνδέσεις μεταξύ αυτών των προκαταλήψεων και της ομοφοβίας και να σκεφτούν κριτικά για το πώς υλοποιούν την αλλαγή στις τάξεις τους (Brant, Willox, 2021). Ωστόσο, οι Gorski κ.ά.

(2013) διαπίστωσαν ότι όσοι/ες καθηγητές/ήτριες εκπαιδευτικών συμπεριέλαβαν θέματα και ζητήματα ΛΟΑΤΚΙ+ το έκαναν με περιορισμένο τρόπο και μιλούσαν μόνο για τις ταυτότητες, αλλά δεν εμβάθυναν στην καταπίεση αυτών των ατόμων ή στα ηγεμονικά κοινωνικοπολιτικά πλαίσια που περιβάλλουν τα σχολεία και τους μαθητές/ήτριες (Brant, Willox, 2021).

Στον ετερογενή λόγο που χωρίζει τον κόσμο στο δυαδικό σύστημα (straight/μη straight), η συζήτηση για του ανθρώπους που ταξινομούνται ως άλλοι, απαιτεί αναγνώριση του τρόπου με τον οποίο ο/η άλλος/η συγκροτείται σε σχέση με το φυσιολογικό (Luhmann, 1998). Η κατασκευή αυτή έχει ως βάση την αναγνώριση ότι η κοινωνία τοποθετεί τους ανθρώπους σε κατηγορίες με βάση το βιολογικό φύλο και το φύλο των ανθρώπων με τους οποίους κάποιος/α κάνει σεξ (Luhmann, 1998). Έτσι, το φύλο εμπλέκεται κάθε φορά που οι ταυτότητες ΛΟΑΤΚΙ+ γίνονται ορατές και πολλοί άνθρωποι αισθάνονται άβολα μιλώντας για το σεξ εντός του σχολικού πλαισίου. Ο φόβος πως το σεξ είναι ένα θέμα ταμπού στα δημοτικά σχολεία αποτρέπει μεγάλο μέρος της εκπαιδευτικής κοινότητας να ασχοληθεί με αυτό (Gunckel, 2009).

Τα τελευταία χρόνια μια ασφαλής στρατηγική που επιδιώκεται για την συμπερίληψη όλων των σεξουαλικών ταυτοτήτων στο σχολικό πλαίσιο είναι το να παρέχει σε όλους τους μαθητές/ήτριες πρόσβαση σε πόρους που σχετίζονται με τα ΛΟΑΤΚΙ+ και σε προγράμματα σπουδών που τα περιλαμβάνουν (Snapp et al., 2015). Οι πόροι που σχετίζονται με αυτά αναφέρονται σε πληροφορίες και υπηρεσίες υποστήριξης που παρέχονται σε βιβλιοθήκες, σε ιστότοπους των σχολείων ή σε αφίσες στους τοίχους των αιθουσών εκπαίδευσης και των διαδρόμων (Snapp et al., 2015). Τα σχολεία μπορούν να υποστηρίξουν την προβολή αυτών των πόρων μέσω σχολικών συνελεύσεων ή ανακοινώσεων σε όλο το σχολείο ή την εισαγωγή σχολικών βιβλίων και διαλέξεων που περιλαμβάνουν τα ΛΟΑΤΚΙ+ (Snapp et al., 2015). Τα προγράμματα σπουδών χωρίς αποκλεισμούς ενσωματώνουν θέματα σχετικά με τον σεξουαλικό προσανατολισμό και την ταυτότητα φύλου σε ένα τυπικό σχολικό πρόγραμμα σπουδών (π.χ. αγωγή υγείας, ιστορία, λογοτεχνία, φυσικές επιστήμες ή μαθηματικά) (Russel et al., 2021)

Ωστόσο, ορισμός της queer θεωρίας παραμένει μια δύσκολη υπόθεση, επειδή αντιστέκεται στον ορισμό εν γένει καθώς είναι ένα θεωρητικό πλαίσιο που θέτει υπό αμφισβήτηση τις ηγεμονικές δυνάμεις που περιορίζουν και επιβάλλουν το φύλο (Gunckel, 2009). Σύμφωνα με τη Sullivan (2003), αμφισβητεί τις κανονιστικές διαδικασίες που δομούν τις ζωές, τις

δράσεις, τη γλώσσα, την εξουσία και τη γνώση (Gunckel, 2009). Στο πλαίσιο του λόγου, οι ανθρώπινες σεξουαλικές ταυτότητες ανάγονται σε δυαδικές καταστάσεις (άνδρας/ γυναίκα, ετεροφυλόφιλος/ ομοφυλόφιλος, ετεροφυλόφιλος/ ομοφυλόφιλος κ.λπ.) (Gunckel, 2009). Αυτές οι διαδικασίες ορίζουν και κατηγοριοποιούν ανθρώπους, ιδέες, ταυτότητες και θεσμούς. Επειδή η queer θεωρία αφορά τη διατάραξη των κανονιστικών διαδικασιών, έχει επίσης να κάνει με τη διατάραξη των ορισμών και των κατηγοριών (Gunckel, 2009). Όπως περιγράφεται από τη Sullivan (2003) στο βιβλίο της *A critical introduction to queer theory*, η queer θεωρία είναι μια πειθαρχία που αρνείται να πειθαρχήσει....δεν θέλει να ισιώσει και να πετάξει σωστά (Gunckel, 2009: σ.63). Ωστόσο, επιτρέπει στους θεωρητικούς και τους ερευνητές να επικεντρωθούν στις θεσμικές πρακτικές που αναπαράγουν την ετεροκανονικότητα, την υπόθεση ότι το να είσαι ετεροφυλόφιλος είναι φυσιολογικό και σωστό, και την ομοφοβία που υπάρχει στην κοινωνία (Brant, Willox, 2021).

Οι Snyder και Broadway (2004) εντοπίζουν τρεις τομείς εστίασης για την queer θεωρία: η αποδόμηση της κοινωνικής κατασκευής της ταυτότητας, η διατάραξη των δυαδικών σχέσεων και η διακοπή της ετεροκανονικότητας (Gunckel, 2009). Σύμφωνα και πάλι με τη Sullivan (2003), αντλώντας στοιχεία από τον μεταδομισμό και τα έργα των Derrida και Foucault, η queer θεωρία παίρνει τη θέση ότι η ταυτότητα είναι κοινωνικά κατασκευασμένη (Gunckel, 2009). Δεν είναι μια περιθωριακή θεωρία που αφορά μόνο τα άτομα με LGBTQ+ προσδιορισμό, αλλά είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τον επαναπροσδιορισμό της στην εκπαίδευση και την προετοιμασία των εκπαιδευτικών στα δημοτικά σχολεία για να διδάξουν επιστήμες (Gunckel, 2009).

Σύμφωνα με τους Tierney & Dilley (1998) στο *Constructing knowledge: Educational research and gay and lesbian studies*, υπάρχει μια σημαντική διάκριση μεταξύ της queer θεωρίας και των θεωριών αφομοίωσης των ΛΟΑΤΚΙ+ (Gunckel, 2009). Ενώ και οι δύο προσεγγίσεις επιδιώκουν την κοινωνική δικαιοσύνη και την εξάλειψη της ομοφοβίας, η θεωρία της αφομοίωσης προσπαθεί να κερδίσει την αποδοχή για τις ΛΟΑΤΚΙ+ ταυτότητες από την ετεροφυλόφιλη πλειοψηφία (Gunckel, 2009). Αντίθετα η queer θεωρία, αμφισβητεί την κατασκευή που προκρίνει την ετεροφυλοφιλία ως φυσιολογική σε κάθε θεσμικό -ή μη- πλαίσιο. Δεν αφορά μόνο τα δικαιώματα των ατόμων, αλλά αφορά επίσης τον τρόπο με τον οποίο η ταυτότητα και η εξουσία διασταυρώνονται (Gunckel, 2009). Επομένως, αντί να κανονικοποιεί την ομοφυλοφιλία, η queer θεωρία απορρίπτει συνολικά

το δυαδικό σύστημα ετερο/ομοφυλοφιλίας και με τη διαδικασία αυτή, φέρνει ολόκληρη την ετεροφυλοφιλική δομή της κοινωνίας σε κατάρρευση (Luhmann, 1998).

Στη συνολικότερη συζήτηση για την ένταξη της queer θεωρίας στο σχολικό πλαίσιο, πολλοί άνθρωποι διερωτώνται τι σχέση έχει η σεξουαλικότητα με την εκπαίδευση και αν είναι σωστό να συνδέονται μεταξύ τους (Britzman, 2000). Η συζήτηση για τη σεξουαλικότητα στα σχολεία γενικά θεωρείται ότι αφορά μόνο την αγωγή υγείας σε σχέση με τα σεξουαλικά μεταδιδόμενα νοσήματα και τον ετεροφυλόφιλο γάμο (Britzman, 2000). Η κυρίαρχη άποψη είναι ότι τα παιδιά είναι αθώα και χρειάζονται προστασία από τη σεξουαλικότητα (Britzman, 2000). Η παραδοχή αυτή αντανακλά την αντίληψη ότι το σχολείο προορίζεται να μεταδίδει γνώσεις στους μαθητές/ήτριες, οι οποίοι είναι «άδεια δοχεία» που περιμένουν να γεμίσουν (Britzman, 2000). Ωστόσο, τα παιδιά του δημοτικού γνωρίζουν πολλά για τη σεξουαλικότητα και τις σχέσεις των δύο φύλων από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, τις ομάδες συνομηλίκων, τις συναντήσεις τους με τον κόσμο και από το σχολείο (Gunckel, 2009). Η σκέψη ότι η σεξουαλικότητα δεν είναι παρούσα στα σχολεία είναι ενδεικτική του πώς ο ετεροφυλία κατασκευάζει την κανονικότητα με τέτοιο τρόπο ώστε να καθιστά τη σεξουαλικότητα αόρατη (Gunckel, 2009).

Η σεξουαλικότητα είναι πάντα παρούσα στα σχολεία, όχι μόνο στα μαθήματα σεξουαλικής διαπαιδαγώγησης (αν υπάρχουν). Τα σχολεία προάγουν την εικόνα της οικογένειας που αποτελείται πάντα από έναν πατέρα και μια μητέρα συν τα παιδιά ως τη μόνη φυσική οικογενειακή διαμόρφωση (Gunckel, 2009). Η σεξουαλικότητα είναι παρούσα σε αυτή την εικόνα, αλλά επειδή πρόκειται για την εικόνα μιας ετεροφυλόφιλης οικογένειας, η συνιστώσα της σεξουαλικότητας δεν γίνεται αντιληπτή (Gunckel, 2009). Η διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο τα σχολεία προωθούν αδιαμαρτύρητα την ετεροφυλία αποκαλύπτει ότι η σεξουαλικότητα είναι παρούσα στα σχολεία (Gunckel, 2009). Αυτό που αποτελεί ταμπού δεν είναι η ίδια η σεξουαλικότητα, αλλά οποιαδήποτε εικόνα, μορφή ή συζήτηση για τη σεξουαλικότητα που αποκαλύπτει τους τρόπους με τους οποίους η σεξουαλικότητα κατασκευάζει τον κανονιστικό κόσμο (Gunckel, 2009).

Το ερώτημα επεκτείνεται ακόμη περισσότερο, όταν αφορά την προετοιμασία των εκπαιδευτικών για τη εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες και το κατά πόσο η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες μπορεί να συνεισφέρει στην αντιμετώπιση των κοινωνικών αδικιών κατά των ΛΟΑΤΚΙ+ (Reiss, 2019). Η επιστήμη θεωρείται λογική, αντικειμενική και αφορά μόνο ορισμένα είδη περιεχομένου (Reiss, 2019). Η σχολική βιολογία συνήθως εξετάζει τα

ζητήματα του φύλου μέσα από το πρίσμα της αναπαραγωγής (Reiss, 2019). Αυτό τείνει αμέσως να προϋποθέτει την ετεροφυλοφιλία (Reiss, 2019). Η βιολογία θεωρείται πολύ συχνά ότι είναι ένα ουδέτερο μάθημα, με αποτέλεσμα πολλοί καθηγητές/ήτριες βιολογίας στα σχολεία να συνεχίζουν να διδάσκουν το φύλο και το σεξ ως αδιαμφισβήτητο γεγονός (Reiss, 2019). Συγκεκριμένα, οι διαφορές μεταξύ γυναικών και ανδρών παρουσιάζονται συχνά ως ξεκάθαρες και αναπόφευκτες, ενώ η μελέτη των σχολικών εγχειριδίων βιολογίας δείχνει ότι συχνά είναι σεξιστικά και συνήθως αγνοούν τα ΛΟΑΤΚΙ+ ζητήματα (Reiss, 2019). Για παράδειγμα, τα εγχειρίδια βιολογίας στην Αγγλία για παιδιά ηλικίας 14 έως 16 ετών συχνά παραλείπουν κάθε αναφορά στην κλειτορίδα και, όταν αναφέρονται σε αυτήν, συχνά μιλούν γι' αυτήν με υποτιμητικό τρόπο ως το γυναικείο ισοδύναμο του πέους (Reiss, 2019).

Μια πληρέστερη περιγραφή του τι μπορούν να κάνουν οι καθηγητές/ήτριες βιολογίας παρέχεται από την Anne-Marie Scholer (2002) στην περιγραφή του προγράμματος εκπαίδευσης της για ένα πανεπιστημιακό μάθημα ανατομίας και φυσιολογίας (Scholer, 2002). Η κοινωνική ιστορική έρευνα σχετικά με τις ορμόνες του φύλου έχει επίσης δείξει πώς ο τρόπος με τον οποίο αυτές οι ορμόνες παρουσιάζονται στα εγχειρίδια και τις επιστημονικές εργασίες δίνουν μηνύματα που πηγαίνουν πολύ πέρα από αυτά που δείχνουν τα δεδομένα (Reiss, 2019). Παρά το γεγονός ότι είναι γνωστό από τη δεκαετία του 1920 ότι κάθε φύλο περιέχει την ορμόνη του "άλλου" - έτσι τα αρσενικά περιέχουν οιστρογόνα και οι γυναίκες τεστοστερόνη - τα σχολικά εγχειρίδια συνήθως αγνοούν τόσο αυτό το γεγονός όσο και τη στενή χημική ομοιότητα μεταξύ οιστρογόνων και τεστοστερόνης (Reiss, 2019). Μια διαφορετική ανάγνωση των δεδομένων από αυτή που συνήθως παρουσιάζεται στα σχολικά εγχειρίδια - αλλά μια περισσότερο σύμφωνη με τα επιστημονικά στοιχεία σχετικά με τη λειτουργία των ορμονών του φύλου - είναι ότι οι συμβατικές αντιλήψεις για τη θηλυκότητα και την αρρενωπότητα βρίσκονται σε ένα συνεχές (Reiss, 2019). Ένα τέτοιο μοντέλο των συνεπειών της δράσης των ορμονών του φύλου έγινε κοινό μεταξύ των ενδοκρινολόγων τη δεκαετία του 1940 (Reiss, 2019). Η διατύπωση των Εθνικών Προτύπων Επιστημονικής Εκπαίδευσης δίνει έμφαση στην αναπαραγωγή ως βασικό χαρακτηριστικό όλων των έμβιων όντων (Letts, 2001). Η σχολική επιστήμη κανονικοποιεί το ετεροφυλόφιλο σεξ για αναπαραγωγή ως τη μόνη φυσική μορφή σεξ για κάθε οργανισμό (Letts, 2001).

Συμπερασματικά, λοιπόν είναι εμφανής η ανάγκη για ένα πρόγραμμα σπουδών που συμπεριλαμβάνει αυτά τα θέματα που μπορούν να επιτρέψουν στους/στις μαθητές/ήτριες

να αποκτήσουν πιο ισχυρή γνώση και να αντιμετωπίσουν τις κοινωνικές αδικίες (Reiss, 2019).

Περνώντας σταδιακά στην επόμενη θεματική, αξίζει να σημειωθεί το παράδειγμα της Scholer η οποία, όπως η ίδια αναφέρει, κατά καιρούς έχει αντλήσει επιστημονικά στοιχεία από τις διάφορες περιπτώσεις απροσδιοριστίας του φύλου στον άνθρωπο, την ιστορία των ορμονών του φύλου, την ύπαρξη καρκίνου του μαστού στους άνδρες και τους τρανσέξουαλ τα οποία και εντάσσει εν τέλει σε μαθήματα φυσικών επιστημών (Scholer, 2002). Το παραπάνω υλικό είναι αναμφίβολα οικείο σε άτομα που ασχολούνται με τη σεξουαλική εκπαίδευση, ωστόσο, είναι αρκετά καινούριο για τους/τις περισσότερους/ες από τους/τις μαθητές/ήτριες και τους/τις εκπαιδευτικούς, ενώ παράλληλα έχει διαπιστώσει ότι τέτοια παραδείγματα έχουν λειτουργήσει στην τάξη με θετικά αποτελέσματα καθώς δίνεται η αφορμή να ανοιχτεί ένας εποικοδομητικός διάλογος ανάμεσα στα υποκείμενα της τάξης και να ακουστούν φωνές που διαφορετικά δύσκολα θα τους δινόταν η ευκαιρία να το κάνουν (Scholer, 2002). Η συζήτηση λοιπόν αποδεικνύεται και σε αυτή την περίπτωση ένα από τα ισχυρότερα εργαλεία στα χέρια του/της εκπαιδευτικού, ειδικά όταν προκύπτουν ζητήματα με περισσότερο κοινωνικοεπιστημονικό και ηθικό χαρακτήρα, η διαχείριση των οποίων διαχρονικά παραμένει δύσκολη. Η επόμενη υποενότητα λοιπόν θα ασχοληθεί ακριβώς με αυτή την αξιοποίηση της συζήτησης ηθικών επιστημονικών ζητημάτων σε μία τάξη φυσικών επιστημών.

2.4 Ηθική και επιστήμη: Δεοντολογικά ζητήματα επιστήμης

Ο πρόσφατος ραγδαίος ρυθμός των επιστημονικών και τεχνολογικών αλλαγών έχει θέσει στην κοινωνία πολλά νέα διλήμματα. Οι μαθητές/ήτριες πρέπει να είναι σε θέση να συμβάλλουν στη δημόσια συζήτηση για θέματα όπως η αύξηση του πληθυσμού, η κλιματική αλλαγή, ο γενετικός έλεγχος, η κλωνοποίηση, οι τεχνολογίες αναπαραγωγής και ο εμβολιασμός (Hodson 2003). Για παράδειγμα, η γενετική μηχανική είναι ένας ιδιαίτερα αναπτυσσόμενος τομέας που περιλαμβάνει τόσο επιστημονικές όσο και κοινωνικές πτυχές (Pitriornatapin, Torcu, 2016). Ενώ ορισμένοι υποστηρίζουν τις μελέτες γενετικής μηχανικής, δεδομένου ότι μπορεί να επιλύσει πολλές γενετικές ασθένειες, πολλοί άλλοι αντιτίθενται στην ιδέα επειδή έρχεται σε αντίθεση με τις ηθικές αξίες και τις θρησκευτικές πεποιθήσεις τους (Pitriornatapin, Torcu, 2016). Η έλλειψη κατανόησης των

κοινωνικοεπιστημονικών θεμάτων μπορεί να οδηγήσει σε αισθήματα φόβου, θυμού και δυσπιστίας απέναντι στην επιστημονική κοινότητα (Hodson 2003).

Δεδομένων αυτών των χαρακτηριστικών, οι μαθητές/ήτριοι καλούνται να ασκήσουν τον επιστημονικό τους γραμματισμό στο πλαίσιο πραγματικών καταστάσεων, γεγονός που προάγει τη κριτική συνείδηση, την επίλυση προβλημάτων, την επίγνωση των προσωπικών και κοινωνικών επιπτώσεων της επιστήμης, την εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης προς όφελος της κοινωνίας και τις ηθικές δεξιότητες λήψης αποφάσεων σχετικά με την επιστήμη, την τεχνολογία, την κοινωνία και τα περιβαλλοντικά ζητήματα που επηρεάζουν την καθημερινή ζωή (Pitriortapin, Torcu, 2016). Αρωγοί στην επίτευξη αυτού του στόχου είναι οι εκπαιδευτικοί και κυρίως αυτοί των φυσικών επιστημών.

Οι Levinson και Turner (2001), σε έρευνα που διεξήχθη με εκπαιδευτικούς στο Ηνωμένο Βασίλειο, ανέφεραν ότι πολλοί εκπαιδευτικοί φυσικών επιστημών αντιλαμβάνονται την επιστήμη ως έναν αντικειμενικό και χωρίς αξίες κλάδο (Saunders & Rennie, 2011). Μάλιστα το 60% του συνόλου των εκπαιδευτικών (σε όλα τα μαθήματα) πιστεύει ότι, αν και υπάρχει πολύ μικρή κάλυψη των θεμάτων που σχετίζονται με τη βιοηθική και ότι οι μαθητές/ήτριοι θα πρέπει να εκτίθενται σε τέτοια ζητήματα, οι καθηγητές/ήτριοι φυσικών επιστημών θεωρούν ότι ο ρόλος τους είναι να παρουσιάζουν τα "γεγονότα" του θέματος και όχι να ασχοληθούν με τα κοινωνικά και ηθικά ζητήματα (Saunders & Rennie, 2011). Θεωρούν ότι η επιστήμη είναι απαλλαγμένη από αξίες, και δεν αφορά την ηθική ή τις απόψεις των άλλων (Saunders & Rennie, 2011). Άλλοι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στην έρευνα των Levinson και Turner θεωρούσαν ότι παρόλο που ήταν σημαντικό να ασχοληθούν με αξίες και αμφιλεγόμενα ζητήματα στη εκπαίδευση των φυσικών επιστημών, δεν είχαν αυτοπεποίθηση και εμπειρία στη διαχείριση της συζήτησης στην τάξη (Saunders & Rennie, 2011). Η έκθεση περιέγραφε πώς μια αλλαγή στην πρακτική της τάξης βασισμένη σε ερωτήσεις που δεν έχουν σταθερές απαντήσεις και μπορούν να τεθούν περισσότερα ερωτήματα παρά να λυθούν, μπορεί να φανεί «πολιτισμικό σοκ» τόσο για τους μαθητές/ήτριοι όσο και για τους εκπαιδευτικούς (Saunders & Rennie, 2011). Σύμφωνα με τον Jack Mezirow (1991), η μετασχηματιστική μάθηση συντελείται τη στιγμή που οι μαθητές/ήτριοι βιώνουν ακριβώς αυτό το «πολιτισμικό σοκ» και καλούνται να εμπλακούν σε έναν κριτικό αναστοχασμό σχετικά με τις δεδομένες παραδοχές τους προκειμένου να βρουν μια κατάλληλη λύση (Taylor, Taylor, Hill, 2018). Μέσω αυτής της αναστοχαστικής διαδικασίας και των αλληλεπιδράσεων με τους συμμαθητές/ήτριοι τους,

οι μαθητές/ήττριες έχουν την ευκαιρία να αλλάξουν τις αξίες τους, αν θεωρούν ότι αυτό είναι σκόπιμο ή αναγκαίο (Taylor, Taylor, Hill, 2018).

Έχει υποστηριχθεί, επομένως, ότι αν ένας από τους κύριους σκοπούς της εκπαίδευσης είναι να διαταράξει τις δεδομένες απόψεις και τα συναισθήματα των μαθητών/ριών, ακόμη και αν τους προκαλεί κάποια δυσφορία που όμως ίσως καθίσταται αναγκαία (Zembylas, McGlynn, 2012). Η Felman (1992) στο *Education and crisis, or, vicissitudes of listening*, όπως προκύπτει από την εμπειρία της στη εκπαίδευση για το Ολοκαύτωμα, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η εκπαίδευση πρέπει να προκαλεί μια αντίδραση κρίσης στους μαθητές/ήττριες, εάν το υλικό είναι συναισθηματικά ασταθές (Zembylas, McGlynn, 2012). Όπως σημειώνει η ίδια:

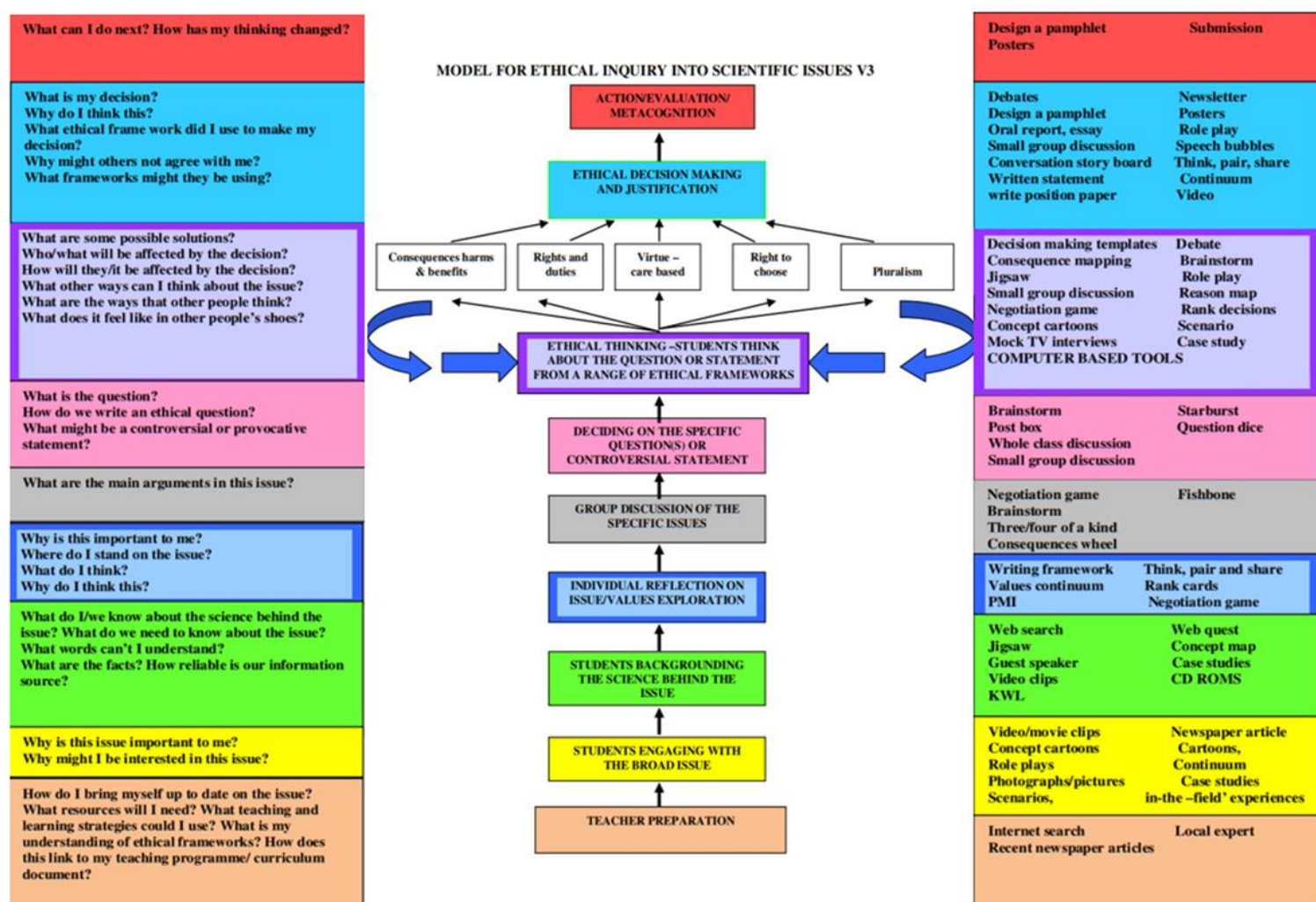
Αν η εκπαίδευση δεν προσκρούει σε κάποιου είδους κρίση, αν δεν συναντά την εκρηκτικότητα μιας (ρητής ή σιωπηρής) κριτικής και απρόβλεπτης διάστασης, ίσως δεν έχει διδάξει πραγματικά ... Νομίζω λοιπόν ότι η δουλειά μου ως δασκάλα, όσο παράδοξο κι αν ακούγεται, ήταν να δημιουργήσω στην τάξη την υψηλότερη κατάσταση κρίσης που θα μπορούσε να αντέξει, χωρίς να "τρελάνει τους μαθητές/ήττριες", χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τα όρια τους (Zembylas, McGlynn, 2012: σ.44).

Οι Goldfarb και Pritchard (2000) προβάλλουν επιχειρήματα για τη σημασία της εκπαίδευσης της ηθικής σκέψης στην τάξη των φυσικών επιστημών (Saunders & Rennie, 2011). Υποστήριζαν ότι μια τέτοια εκπαίδευση διεγείρει την ηθική φαντασία των μαθητών/ριών, τους/τις βοηθά να αναγνωρίζουν ηθικά ζητήματα, να αναλύουν βασικές ηθικές έννοιες και αρχές, να αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά την ηθική ασάφεια και τις διαφωνίες και την καλλιέργεια τους αισθήματος ευθύνης (Saunders & Rennie, 2011).

Δεν υπάρχει ένα καθολικά αποδεκτό πλαίσιο για την ηθική σκέψη. Οι Beauchamp (1983) και Childress (2008) πρότειναν τέσσερις αρχές ηθικής σκέψης: ωφέλεια (προώθηση του καλού), μη κακόβουλη συμπεριφορά (αποφυγή οποιασδήποτε βλάβης), αυτονομία (μεγιστοποίηση της ελευθερίας ενός ατόμου ή μιας κοινότητας) και δικαιοσύνη (δίκαιη συμπεριφορά) ενώ ο Reiss (2006) συνδύασε ορισμένες από τις δεοντολογικές αρχές των Beauchamp και Childress με την τελεολογική έμφαση των συνεπειών (Saunders & Rennie, 2011). Τα τέσσερα ηθικά πλαίσια του Reiss αποτελούνταν από τον συνεπαγωγισμό (προβλεπόμενο αποτέλεσμα μιας απόφασης), τα δικαιώματα και τα καθήκοντα, την αυτονομία (λήψη αποφάσεων για τον εαυτό σας) και την ηθική των αρετών (αναγνώριση των αρετών που εκτιμώνται στην κοινωνία, όπως η ειλικρίνεια, η αληθοφάνεια, η

ακεραιότητα, η συμπόνια) (Saunders & Rennie, 2011). Αυτά τα τέσσερα πλαίσια είχαν δοκιμαστεί με επιτυχία σε τάξεις φυσικών επιστημών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στο Ηνωμένο Βασίλειο και θεωρήθηκαν δυνητικά εφαρμόσιμα (Saunders & Rennie, 2011). Στα τέσσερα αυτά ηθικά πλαίσια έχει προστεθεί ένα πλαίσιο πλουραλισμού καθώς στις σημερινές τάξεις η ποικιλομορφία εκδηλώνεται με διάφορους τρόπους (Saunders & Rennie, 2011).

Οι Saunders & Rennie (2011) σε σχετική έρευνα που διετέλεσαν το 2011, χρησιμοποιώντας τα παραπάνω κριτήρια ανέπτυξαν ένα προσχέδιο του μοντέλου ως έγχρωμη οπτική αναπαράσταση σε τρία μέρη που παρατίθεται παρακάτω. Στο κέντρο υπάρχει μια σειρά από διαδοχικά στάδια της διαδικασίας της ηθικής έρευνας. Οι κατάλληλες παιδαγωγικές στρατηγικές προτάθηκαν στη δεξιά πλευρά και κωδικοποιήθηκαν με χρώμα ώστε να συνδέονται με τα σχετικά στάδια του μοντέλου. Στην αριστερή πλαϊνή μπάρα παρουσιάστηκαν ερωτήματα-προτάσεις για να καθοδηγήσουν τους εκπαιδευτικούς σε έναν προσεκτικό διάλογο με τους μαθητές/ήτριες (σ.269 -270) (Saunders & Rennie, 2011).



Τα ευρήματα της ίδιας έρευνας υποδηλώνουν ότι αυτό το μοντέλο, υποστήριξε τους/τις εκπαιδευτικούς να αντιμετωπίσουν τα αμφιλεγόμενα κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα με διάφορους τρόπους και να αναπτύξουν μια ισχυρότερη παιδαγωγική βάση της εκπαίδευσης και της μάθησης με τρόπο που να εμπλέκει και να κινητοποιεί τους/τις μαθητές/ήτριες (Saunders & Rennie, 2011)

Επομένως, ο ρόλος του/της εκπαιδευτικού είναι να διευκολύνει τη συνεργατική λήψη αποφάσεων, να διασφαλίζει τη συμμετοχή των μαθητών/ριών παίζοντας κατά κάποιον τρόπο «τον συνήγορο του διαβόλου», και να διαχειρίζεται την τάξη όσον αφορά την ατομική και ομαδική εργασία (Taylor, Taylor, Hill, 2018).

2.5 Η Ιστορία και η φύση της επιστήμης

Στην παρούσα ενότητα θα υποστηριχτεί η αξιοποίηση της ιστορίας και της φύσης σε ένα μάθημα φυσικών επιστημών, τα πολλαπλά οφέλη τα οποία μπορεί να προσφέρει σε αυτό και ποια τελικά πρέπει να είναι τα χαρακτηριστικά των παραδειγμάτων που θα χρησιμοποιήσει ένας/μία εκπαιδευτικός ώστε να έχει τη μέγιστη δυνατή αποτελεσματικότητα.

Πολλές κοινωνικές ομάδες έχουν αρνητική εικόνα για την επιστημονική κοινότητα γιατί τη θεωρούν υπεύθυνη για τις τεχνολογίες που συνέβαλαν στην ανάπτυξη των μεταφορών, των τηλεπικοινωνιών, των υπολογιστών κ.λπ. και για τα προβλήματα που σχετίζονται με την ίδια την παγκοσμιοποίηση (διαρθρωτική ανεργία, αυξανόμενη ανισότητα μεταξύ πλουσίων και φτωχών) (Solbes, Traver, 2003). Υπάρχουν επίσης ορισμένες ομάδες ειρηνιστών και οικολόγων που θεωρούν την επιστήμη ένοχη εξαιτίας των νέων όπλων (πυρηνικών, χημικών, βιολογικών κ.α.), της αυξανόμενης ρύπανσης και της εξάντλησης των πόρων (Solbes, Traver, 2003). Τέλος, όπως σχολιάστηκε εκτενώς και παραπάνω, ορισμένες φεμινιστικές και εθνοτικές ομάδες εκφράζουν την άποψη ότι η επιστήμη είναι ανδροκρατούμενη, σοβινιστική και εν μέρει αφοσιωμένη στον δυτικό πολιτισμό (Solbes, Traver, 2003). Συνοψίζοντας, σύμφωνα με τον Holton (1996), φαίνεται ότι η πρώτη προστατευμένη θέση της επιστήμης έχει εμφανώς αντιστραφεί και έχει φτάσει να θεωρείται σύμμαχος της εξουσίας, κυρίως εξαιτίας του συμβιβασμού της με τον Ψυχρό

Πόλεμο (Solbes, Traver, 2003) αλλά και της επιστημονικής έρευνας με πρωτοβουλία της αμερικανικής κυβέρνησης κατά τη διάρκεια του Δεύτερου Παγκοσμίου Πολέμου που ένα εκ των αποτελεσμάτων της υπήρξε η πυρηνική βόμβα (Kolstø, 2007). Ο Aikenhead (1994) στη μελέτη του με τίτλο *High school graduates beliefs about science-technology-society*, ισχυρίζεται ότι η επιστήμη έχει υποστεί μια διαδικασία "κοινωνικοποίησης" κατά την οποία οι κυβερνήσεις, η βιομηχανία και ο στρατός έχουν γίνει οι κυρίαρχοι προστάτες της επιστημονικής δραστηριότητας (Kolstø, 2007). Ωστόσο, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι για δέκα αιώνες οι κύριοι υπερασπιστές του επιστημονικού εγχειρήματος ήταν οι προοδευτικές ομάδες της κοινωνίας (Solbes, Traver, 2003).

Προκειμένου να αποφευχθεί αυτή η σημερινή κρίση στη εκπαίδευση των φυσικών επιστημών, ορισμένοι συγγραφείς προτείνουν την εισαγωγή της ιστορίας των φυσικών επιστημών στη εκπαίδευση τους (Solbes, Traver, 2003). Πολλοί εκπαιδευτικοί της επιστήμης έχουν μιλήσει για τα οφέλη της ένταξης της στο μάθημα τους. Κυρίως γιατί είναι το κατάλληλο πλαίσιο για να κατανοήσουν οι μαθητές/ήτριες τη φύση της επιστήμης, όπως επίσης και τα σωστά επιλεγμένα παραδείγματα μπορούν να προσελκύσουν ευκολότερα το ενδιαφέρον τους (Kolstø, 2007).

Η κατεύθυνση αυτή ξεκίνησε τη δεκαετία του 1950 στο Πανεπιστήμιο του Χάρβαρντ από τον Conant (1957) με τη μελέτη παραδειγμάτων από την ιστορία της επιστήμης, που έκαναν εμφανή τη μεθοδολογία, τα χαρακτηριστικά και τον τρόπο λειτουργίας, όπως επίσης και τις φιλοσοφικές και κοινωνικές επιπτώσεις της επιστήμης (Solbes, Traver, 2003). Το αφήγημα της επιστήμης ουσιαστικά επιτρέπει στους/στις μαθητές/ήτριες να έχουν πρόσβαση στην εσωτερική ιστορία της επιστήμης και στην περιγραφή προβληματικών καταστάσεων τις οποίες οι ερευνητές αντιμετωπίζουν συνήθως, κάτι που δύσκολα θα μπορούσαν να αποκτήσουν στο σχολικό εργαστήριο (Solbes, Traver, 2003).

Προκειμένου να προχωρήσουμε θα πρέπει να αναρωτηθούμε: Ποιες δραστηριότητες που προέρχονται από την ιστορία της επιστήμης είναι περισσότερο κατάλληλες για να εισαχθούν στη εκπαίδευση των Φ.Ε.; Ποιες συνέπειες έχει η χρήση της ιστορίας της επιστήμης στους/στις μαθητές/ήτριες όσον αφορά τόσο την εικόνα τους για την επιστήμη όσο και τη στάση τους απέναντι της (Solbes, Traver, 2003);

Η συμπερίληψη ιστοριών που αναδεικνύουν την ανθρώπινη φύση των επιστημόνων με τις ελπίδες, τους αγώνες, τις επιτυχίες και τις αποτυχίες τους πιθανόν να έχει παρακινητική επίδραση σε πολλούς μαθητές/ήτριες (Kolstø, 2007) και διευκολύνει στο να υπάρξει ένα

ευρύτερο επίπεδο ταύτισης μαζί τους. Το 1969 ο Klopfer δήλωσε ότι η ιστορία της επιστήμης έχει τη δυνατότητα να συμβάλει στην κατανόηση των διαδικαστικών και των εννοιολογικών πτυχών της επιστήμης παρέχοντας "πλήρους κλίμακας" απεικονίσεις των αλληλεπιδράσεων επιστήμης-τεχνολογίας-κοινωνίας (STS) (Kolstø, 2007). Για παράδειγμα, η διαφωνία του Millikan και του Ehrenhaft για το ηλεκτρόνιο (Kolstø, 2007) θα μπορούσε εύκολα να χρησιμοποιηθεί σε ένα μάθημα φυσικής ώστε να δοθεί έμφαση στον πολυφωνικό της χαρακτήρα αλλά και το πως επηρεάζεται από το κοινωνικοπολιτισμικό πλαίσιο μέσα στο οποίο διαμορφώνεται (Kolstø, 2007). Θα ήταν σκόπιμο, επομένως, να εισαχθούν ορισμένες πτυχές της ιστορίας της επιστήμης στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών, ώστε οι μαθητές/ήτριοι να κατανοήσουν καλύτερα πώς λειτουργεί η επιστήμη, πώς οικοδομείται, πώς αναπτύσσεται και ποιες είναι οι κοινωνικές επιπτώσεις των επιστημονικών επιτευγμάτων (Rutherford, 2001).

Ενδεικτικά, κάποιες από τις αλληλένδετες αρχές της επιστήμης που μπορούν εύκολα να αναδειχθούν μέσα από περιπτώσεις της ιστορίας της είναι ότι :

1. Οι επιστημονικές έννοιες κατασκευάζονται από τους ανθρώπους.
2. Οι παρατηρήσεις και οι θεωρίες εξαρτώνται αμοιβαία.
3. Οι μετρήσεις και τα αποτελέσματα εμπεριέχουν πάντοτε αβεβαιότητες.
4. Η επιχειρηματολογία αποτελεί σημαντικό μέρος της επιστήμης. (Kolstø,2007)

Επιπρόσθετα, ένα άλλο πολύ μεγάλο πλεονέκτημα που προσφέρει η χρήση παραδειγμάτων από την ιστορία της επιστήμης και έτσι ενδείκνυνται για την ένταξή τους στα σχολικά εγχειρίδια και τα προγράμματα σπουδών, είναι ότι πρώτον πρόκειται για ολοκληρωμένες ιστορίες, καθιστώντας δυνατή τη μελέτη όλων των πτυχών και των αποτελεσμάτων της. Δεύτερον, εξ αιτίας της χρονική τους απόσταση από το σήμερα, κατά κάποιον τρόπο η «πολιτικοκοινωνική τους ευαισθησία» έχει συνήθως μειωθεί, γεγονός που τις καθιστά ευκολότερες να αναλυθούν (Kolstø,2007) σε σχέση με ένα αμφιλεγόμενο θέμα της επικαιρότητας, του οποίου η δυσκολία να προσεγγιστεί σε μία σχολική τάξη σχολιάστηκε εκτενώς, παραπάνω.

Η χρήση ιστορικών περιπτώσιολογικών μελετών αποτελεί επομένως μια ευκαιρία για τους/τις μαθητές/ήτριοι να αποκτήσουν βαθύτερη εικόνα της φύσης της επιστήμης εν τη γενέσει της (Kolstø,2007). Αυτή η ιστορική εστίαση θα δημιουργήσει μια θετική στάση απέναντι στην επιστημονική γνώση που θα βελτιώσει με τον καιρό την ατμόσφαιρα στην

τάξη και θα αυξήσει το ενδιαφέρον των μαθητών/ριών να συμμετέχουν στη διαδικασία της εκπαίδευσης και της μάθησης (Solbes, Traver, 2003).

Επιπρόσθετα, δεν μπορεί να αμφισβητηθεί ότι οι μαθητές/ήτριες αξίζει να μαθαίνουν σημαντικές στιγμές της επιστήμης που αποτελούν ορόσημα για τον ανθρώπινο πολιτισμό χωρίς τις οποίες η ροή της ανθρώπινης σκέψης θα είχε εξελιχτεί διαφορετικά, όπως για παράδειγμα ο ρόλος του Γαλιλαίου στην αλλαγή της αντίληψής μας για τη θέση μας στο σύμπαν, η αποδείξεις του Νεύτωνα, οι μακροχρόνιες παρατηρήσεις του Δαρβίνου σχετικά με την ποικιλία και τη συγγένεια των μορφών ζωής, η προσεκτική τεκμηρίωση της απίστευτης ηλικίας της γης από τον Lyell, η ταυτοποίηση των μολυσματικών ασθενειών από τον Pasteur με μικροσκοπικούς οργανισμούς που μπορούσαν να γίνουν αντιληπτοί μόνο με το μικροσκόπιο και πολλά άλλα παραδείγματα (Rutherford, 2001).

Στην προσπάθεια συγκέντρωσης όλων των κριτηρίων για την επιλογή των σωστών στιγμιότυπων από την ιστορία της επιστήμης που θα λειτουργούσαν θετικά κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης της, υπήρξε καθοριστική η αξιοποίηση της έρευνας των Solbes και Traver (2003) που αφορούσε τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση της Ισπανίας, προτείνοντας τα εξής:

α) Ανάδειξη των σημαντικότερων προβλημάτων από την ιστορία της επιστήμης ως αφορμή ενδιαφέροντος πριν από μία εργαστηριακή διάταξη.

β) Παρουσίαση μεγάλων κρίσεων στην εξέλιξη της και αλλαγών στο εσωτερικό της ίδιας της κλασικής επιστήμης ώστε να φανούν οι ομοιότητες με τις προκαταλήψεις των ίδιων των μαθητών/ριών (π.χ. από το φλόγιστρο στη θεωρία της καύσης του Lavoisier, από τη θερμική στην κινητική θεωρία της θερμότητας, από τη θεώρηση του φωτός ως σωματιδίων στη θεώρησή του ως κυμάτων, από την εξ αποστάσεως δράση στη θεωρία πεδίου).

γ) Προβολή του υποθετικού και δοκιμαστικού χαρακτήρα της επιστήμης, του περιορισμού των θεωριών, των άλυτων προβλημάτων κ.λπ. αποφεύγοντας έτσι τα δογματικά οράματα και τονίζοντας τη συσσωρευτική φύση της, εφόσον οι περισσότερες από τις παγκοσμίως αναγνωρισμένες επιστημονικές θεωρίες δεν έχουν ανατραπεί πλήρως, αλλά έχουν αναπτυχθεί, βελτιωθεί ακόμη και γενικευθεί.

δ) Σύλληψη της συλλογικής φύσης της επιστημονικής έρευνας, η οποία προέρχεται από το έργο πάρα πολλών ατόμων και όχι από λίγες ιδιοφυΐες (κυρίως λευκούς άνδρες).

ε) Εκτίμηση της συμβολής των γυναικών και άλλων κοινωνικών και εθνοτικών ομάδων στην επιστήμη, η οποία συνήθως αγνοείται και γενικά υποτιμάται ως επιστημονικό έργο, κυρίως επειδή πολύ συχνά η εκπαίδευση της επιστήμης έχει αφιερωθεί σε ορισμένες εποχές, όπως επίσης κι η αναφορά στον ρόλο των χωρών που δεν έχουν βαθιά ριζωμένη παράδοση στην επιστημονική έρευνα δείχνοντας τα εμπόδια που τέθηκαν στην ανάπτυξη της επιστήμης σε αυτές κατά τη διάρκεια της ιστορίας. Αυτό μπορεί να γίνει αφορμή για να συζητηθεί πως κοινωνικά φαινόμενα όπως ο σεξισμός, ο ρατσισμός κ.α. επηρεάζουν την εξέλιξη της.

στ) Έκθεση των κυριότερων προβλημάτων που υποθηκεύουν το μέλλον της ανθρωπότητας (αύξηση του πληθυσμού, ρύπανση, εξάντληση των φυσικών πόρων, αποθέματα όπλων, η φτώχεια και οι συνέπειές της: πείνα, ασθένειες κ.λπ.) και πως η επιστήμη καθίσταται μια αναγκαία συνθήκη για την επίλυσή τους, αν και δεν αρκεί καθώς υπεισέρχονται πολιτικοοικονομικά ζητήματα που την επηρεάζουν.

ζ) Εισαγωγή παραδειγμάτων της κοινωνικής ευθύνης των επιστημόνων π.χ. την περίπτωση του Αϊνστάιν, του Μπορν ή του Πόλινγκ που ανέφεραν την αλόγιστη χρήση της επιστήμης κατά τη διάρκεια του Ψυχρού Πολέμου, η οποία έθεσε σε κίνδυνο την ειρήνη μεταξύ των εθνών ή την περίπτωση πολλών άλλων επιστημόνων, οι οποίοι απέδειξαν -παρά την αντίθεση πολλών εταιρειών λόμπι- ότι η ραδιενέργεια είναι επικίνδυνη, ο καπνός και άλλα προϊόντα προκαλούν καρκίνο, τα CFC βλάπτουν το στρώμα του όζοντος, τη ρύπανση του περιβάλλοντος από ορισμένες ουσίες και διαδικασίες κ.α. τονίζοντας πως επηρεάζονται οι ίδιοι ως πολιτικά όντα από την ιδεολογία και τις πάσης φύσεως αντιλήψεις τους [π.χ. το παράδειγμα του Νεύτωνα και η σχέση του με τη θρησκεία (Daston, 2019)].

(η) Αποκάλυψη της συμβολής της επιστήμης στη γενική ανάπτυξη της ανθρωπότητας και στην αντίληψη του κόσμου που βασίζεται στον ορθολογισμό και το κριτικό πνεύμα ενάντια σε κάθε μορφή φονταμενταλισμού ή ψευδοεπιστήμης (ειδικά ενάντια σε εκείνες τις μορφές που προσποιούνται ότι έχουν επιστημονική προέλευση, όπως ο κοινωνικός δαρβινισμός, η ευγονική ή ο ρατσισμός) (Solbes, Traver, 2003).

Στα παραπάνω σίγουρα θα πρέπει να προστεθεί και η ένταξη της επιστήμης μέσα στο ιστορικό-πολιτικό της πλαίσιο και πως αυτό επηρεάζει την ανάπτυξη της. Ο λόγος είναι πολύ απλός, όπως υπογραμμίζει η Daston (2019) και δεν είναι άλλος από το ότι η επιστήμη δημιούργησε τον σύγχρονο κόσμο και μαζί του τη δυτική γεωπολιτική κυριαρχία. Όποιος/α ήθελε να καταλάβει πώς προέκυψε η νεωτερικότητα και πώς να αντιμετωπίσει τις

προκλήσεις της πρέπει να κατανοήσει την ιστορία της επιστήμης κάτι το οποίο έγινε ακόμη πιο εμφανές με την έκρηξη των ατομικών βομβών πάνω από τη Χιροσίμα και το Ναγκασάκι τον Αύγουστο του 1945 (Daston, 2019). Όπως χαρακτηριστικά συμπληρώνει η ίδια, *δεν είναι τυχαίο ότι το κινητήριο πνεύμα πίσω από ένα από τα επιδραστικότερα τμήματα της ιστορίας της επιστήμης ήταν ο χημικός και πρόεδρος του Πανεπιστημίου Χάρβαρντ Τζέιμς Μπράιαντ Κόναντ, που υπήρξε υψηλόβαθμος διαχειριστής του προγράμματος Μανχάταν* (Daston, 2019: σ.133) τονίζοντας τον μετασχηματισμό της τεχνολογία και της επιστήμης της εποχής εκείνης η οποία επικεντρώθηκε στις μεταφορές, τις επικοινωνίες, τη βιομηχανία και τον πολεμικό εξοπλισμό εξ αιτίας του ότι βρισκόταν εν μέσω δύο παγκοσμίων πολέμων (Daston, 2019).

Επομένως, τα οφέλη από τη μελέτη της ιστορίας της επιστήμης είναι πολυποίκιλα. Ωστόσο, το χαρακτηριστικό της επιστήμης που αναδεικνύεται ως ένα από τα κυρίαρχα είναι η τοπικότητα και η πολλαπλότητα οι οποίες καταδεικνύουν την πολυπλοκότητα και την πολυπαραγοντικότητα της επιστήμης. Όπως έχει ήδη τονιστεί παραπάνω, η επιστήμη δεν μπορεί να μείνει ανεπηρέαστη από το κοινωνικοπολιτισμικό πλαίσιο μέσα στο οποίο εξελίσσεται γι' αυτό και οι δύο αυτές έννοιες αναλύονται διεξοδικά στην παρακάτω υποενότητα.

2.5.1. Τοπικότητα και Πολλαπλότητα

Οι έννοιες της τοπικότητας και της πολλαπλότητας έχουν τις ρίζες τους στο ρεύμα των Πολιτισμικών Σπουδών που αναπτύχθηκε κυρίως στη Μεγάλη Βρετανία στα μέσα του προηγούμενου αιώνα (Rouse, 1993). Η τοπικότητα (locality) έγκειται στο ότι η επιστήμη, όπως και οποιοδήποτε άλλο παραγωγό της κοινωνίας, διατηρεί τα πολιτισμικά της χαρακτηριστικά και εμποτίζεται από τα στοιχεία του τόπου μέσα στον οποίο έχει διαμορφωθεί (Rouse, 1993). Η πολλαπλότητα από την άλλη έχει να κάνει με την ποικιλομορφία των γνωστικών συστημάτων που μπορούμε να εντοπίσουμε ανά τον κόσμο (Rouse, 1993). Η επιστήμη συγκροτείται με βάση συγκεκριμένες κοινωνικές πρακτικές, γλωσσικές παραδόσεις, εγκαθιδρύοντας συγκεκριμένες ταυτότητες και κοινότητες. Έτσι η τοπικότητα και η πολλαπλότητα είναι χαρακτηριστικά κάθε γνωστικού συστήματος (Rouse, 1999). Η πολιτισμική προσέγγιση της επιστημονικής γνώσης μελετά τις διάφορες πρακτικές μέσα από τις οποίες η επιστημονική γνώση αρθρώνεται και

αναπτύσσεται σε συγκεκριμένα κοινωνικά και πολιτισμικά πλαίσια ή μεταφέρεται και διαχέεται σε νέα, ενώ οι πολιτισμικές σπουδές της επιστημονικής γνώσης έχουν ως αντικείμενο έρευνας τη συσχέτιση μεταξύ της καθιέρωσης της γνώσης και εκείνων των πρακτικών που οι φιλόσοφοι της επιστήμης θεωρούν ως «φαινομενικών» στη γνώση (Σκορδούλης, 2009). Επομένως, τα στοιχεία της τοπικότητας και της πολλαπλότητας δε θα μπορούσαν να λείπουν από μία προσέγγιση της διδακτικής των φυσικών επιστημών με στόχο την κοινωνική δικαιοσύνη καθώς οφείλει να αναδείξει ακριβώς αυτό το χαρακτηριστικό της, δηλαδή πως δεν εξελίσσεται ανεξαρτήτως του πολιτισμικού της πλαισίου αλλά αντιθέτως διαμορφώνεται από αυτό.

Ωστόσο, όπως αναφέρουν οι Hardman et al., (2008), μπορεί να υποστηριχθεί ότι τα εκπαιδευτικά συστήματα πολλών πρώην αποικιοκρατούμενων χωρών και κοινωνιών εξακολουθούν να προκρίνουν τη δυτική γνώση και κουλτούρα, διαιωνίζοντας έτσι την περιθωριοποίηση της γνώσης των αυτοχθόνων πληθυσμών που βασίζεται στον τόπο (Ajaps, Mbah 2022). Δεδομένου του ότι τα συστήματα γνώσης των αυτοχθόνων είναι θεμελιωδώς σχεσιακά, συνδέονται με τη γη και τη γλώσσα, και μεταδίδονται διαγενεακά μέσω τραγουδιών, τελετών, πρωτοκόλλων και του τρόπου ζωής, αυτή η αποξένωση εμποδίζει την γνώση του περιβάλλοντός τους και, ως εκ τούτου, την ικανότητά τους να συμβάλλουν στη διατήρησή του (Ajaps, Mbah 2022). Επί του παρόντος, η τοπική γνώση, οι άνθρωποι και οι τόποι περιθωριοποιούνται στα εκπαιδευτικά συστήματα και προγράμματα σπουδών ορισμένων αναπτυσσόμενων χωρών, όπως η Νιγηρία (Ajaps, Mbah 2022). Η αποικιοκρατία διατάραξε τον τρόπο ζωής των Αφρικανών και *η βία επηρέασε αξιωματικές (τι αξιώνει κανείς), επιστημικές (η γνώση και το πεδίο εφαρμογής της) και οντολογικές (η φύση της πραγματικότητας) διαστάσεις της ύπαρξης* (Ajaps, Mbah 2022: σ.6). Οι μετααποικιακοί πολιτισμοί είναι ένας συνδυασμός αποικιοκρατικών και αυτόχθονων πολιτισμών και επηρεάζονται επίσης από την παγκοσμιοποίηση (Ajaps, Mbah 2022). Αυτός ο χώρος μπορεί να γίνει χειραφετητικός μέσω της επιτυχημένης διαπολιτισμικής μετάφρασης, με ιδανικό την ισότητα και την εκτίμηση της γνώσης, του πολιτισμού και των τρόπων των αυτοχθόνων (Ajaps, Mbah 2022). Επομένως, η αποαποικιοποίηση της γνώσης ως απώτερος στόχος ίσως συμβάλλει σταδιακά και στην αποαποικιοποίηση της εξουσίας (Ajaps, Mbah 2022). Η γνώση (και ιδιαίτερα η επιστημονική γνώση) και σε αυτή την περίπτωση μπορεί να λειτουργήσει ως φορέας αλλαγής που θα οδηγήσει σε μια πιο δίκαιη κοινωνία σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο.

Η παιδαγωγική με βάση τον τόπο, από την άλλη πλευρά, αναφέρεται στην εκπαίδευση που βασίζεται στους ανθρώπους και το περιβάλλον που εμπλέκονται με αυτήν. Ο τόπος, η γη και το περιβάλλον είναι συνώνυμα για πολλούς αυτόχθονες λαούς (Ajaps, Mbah 2022). Ωστόσο, σε μια εποχή όπου οι τόποι αντιμετωπίζονται με όρους κατάληψης, εκμετάλλευσης και κέρδους, μια παιδαγωγική με βάση τον τόπο αναγνωρίζει ότι οι τόποι είναι ζωντανές οντότητες που αξίζουν να αντιμετωπίζονται με σεβασμό και φροντίδα (Ajaps, Mbah 2022). Η παιδαγωγική απαιτεί προσοχή στους τόπους των μαθητών/ριών (Gruenewald, 2003). Στη θέση της πραγματικής εμπειρίας με τον φαινομενικό κόσμο, οι εκπαιδευτικοί λαμβάνουν, και σε μεγάλο βαθμό αποδέχονται τις εντολές ενός τυποποιημένου, "χωρίς τόπο" προγράμματος σπουδών και συμβιβάζονται με τις αφηρημένες έννοιες και τις προσομοιώσεις της μάθησης στην τάξη (Gruenewald, 2003). Αυτό που είναι το πιο εντυπωσιακό σχετικά με την αίθουσα εκπαίδευσης ως χώρος μάθησης είναι το πόσο περιορίζει, υποτιμά και διαστρεβλώνει την τοπική γεωγραφική εμπειρία (Gruenewald, 2003).

Ο Gruenewald (2003) περιέγραψε πώς πέντε διαστάσεις του τόπου θα μπορούσαν να διαμορφώσουν την ανάπτυξη μιας κριτικής παιδαγωγικής του τόπου (Gruenewald, 2003). Αυτές είναι η αντιληπτική, η κοινωνιολογική, η ιδεολογική, η πολιτική και η οικολογική (Gruenewald, 2003). Η αντιληπτική τονίζει την ανάγκη των ανθρώπων να ακούν και να αντιλαμβάνονται τον εκάστοτε τόπο. Η κοινωνιολογική καταδεικνύει ότι η εμπειρία για έναν τόπο διαμεσολαβείται από τον πολιτισμό, την εκπαίδευση και τα προσωπικά βιώματα του υποκειμένου, καθώς οι ίδιοι οι τόποι είναι προϊόντα του πολιτισμού. Η ιδεολογική αφορά την έκφραση των ιδεολογιών και των σχέσεων εξουσίας στους χώρους και τους τόπους, διότι η εξουσία αντανakλάται στην ανάπτυξη και τον έλεγχο των γεωγραφικών χώρων. Η πολιτική εφιστά την προσοχή μας στο πώς η περιθωριοποίηση είναι τρόπος καταπίεσης, αλλά και εξουσίας και αντίστασης. Η οικολογική περιγράφει πώς οι σύγχρονες οικονομίες λειτουργούν βλάπτοντας και καταστρέφουν τα περισσότερα οικολογικά συστήματα (Gruenewald, 2003).

Η Kayira (2015) εξέτασε τις αφρικανικοκεντρικές προσεγγίσεις για μια εκπαίδευση με βάση τον τόπο στη Νότια Αφρική χρησιμοποιώντας τα καθοδηγητικά ερωτήματα του Gruenewald (2003): «*Τι συνέβη εδώ; Τι συμβαίνει εδώ τώρα και προς ποια κατεύθυνση κατευθύνεται αυτός ο τόπος;*» και «*Τι πρέπει να συμβεί εδώ;*» (Ajaps, Mbah 2022: σ.9). Η προσέγγιση αυτή δεν εξισώνει την κατανόηση με την πίστη, ούτε επιδιώκει να

αντικαταστήσει άλλες κοσμοθεωρίες με την "εγκεκριμένη" επιστημονική άποψη (Hodson, 1999). Αντίθετα, επιδιώκει να εξοπλίσει τους μαθητές/ήτριες με τη γνώση, την αυτογνωσία και την αυτοπεποίθηση να κινούνται ελεύθερα μεταξύ διαφορετικών "κόσμων", αποκτώντας πρόσβαση σε όποια γνώση και γλώσσα είναι κατάλληλη, και χρησιμοποιώντας την αποτελεσματικά (Hodson, 1999). Ο Aikenhead (1996) εξέφρασε αυτή την άποψη ιδιαίτερα καλά αναφέροντας ότι *η διέλευση των συνόρων μπορεί να διευκολυνθεί στις τάξεις με τη μελέτη των υποκουλτούρων των κόσμων της ζωής των μαθητών/ριών* (Hodson, 1999: σ.783). Έτσι, στο πλαίσιο μιας κριτικής ανάλυσης της υποκουλτούρας της επιστήμης θα είναι σε θέση να αντιπαραβάλουν τους δύο κόσμους, με τη συνειδητή μετακίνηση μπρος-πίσω μεταξύ των κόσμων αυτών και τη ρητή εναλλαγή γλωσσικών συμβάσεων, εννοιολογήσεων και επιστημολογιών (Hodson, 1999).

Το ερώτημα είναι σε ποια μορφή και τι στόχους θα εξυπηρετεί η εισαγωγή τους σε ένα μάθημα φυσικών επιστημών καθώς από τη μία μπορεί να προάγει την πολυπολιτισμικότητα, το σεβασμό σε άλλες κουλτούρες, την αντιρατσιστική εκπαίδευση και γενικά την εξοικείωση με τη φύση της επιστήμης, από την άλλη όμως ενέχεται ο κίνδυνος της εισαγωγής ενός κονστρουκτιβισμού στον τομέα της που μπορεί να οδηγήσει σε πιο σχετικιστικά μονοπάτια. Σύμφωνα με τους Buckland και Edmondson (2010), πρέπει να αναγνωρίσουμε τις αναρίθμητες εξελισσόμενες παραδοσιακές γνώσεις ως μέρη της ανθρώπινης φυσικής ιστορίας καθώς *είναι πολλές από τις όμορφες κλωστές στο μεγάλο πάπλωμα της ανθρώπινης ιστορίας* (Buckland, Edmondson, 2010: σ.69). Επομένως, η διατήρησή τους επιτρέπει στους/στις μαθητές/ήτριες να τις απολαύσουν ως ένα μέρος του συλλογικού νοήματος και της αφήγησης ιστοριών που ενσωματώνονται σε ένα αναγκαίο κοινό αγαθό (Buckland, Edmondson, 2010). Υπάρχουν και οι φωνές, όπως αυτές του Kahn (2009) που διατυπώνει την ιδέα ότι η παραδοσιακή οικολογική γνώση θα έπρεπε να θεωρείται επιστήμη, όπως αυτή που πιστεύουν και εφαρμόζουν οι Ινδιάνοι Shoshonee κοντά σε μια αμερικανική εγκατάσταση δοκιμών πυρηνικών όπλων (Buckland, Edmondson, 2010). Απόψεις, όπως αυτή αποτελεί ακόμη μία κριτική στον συγκερασμό αυτού που αποκαλείται «δυτική επιστήμη» και της καπιταλιστικής ηθικής του κέρδους και την πάσης φύσεως βιομηχανίας (Buckland, Edmondson, 2010). Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψιν κριτικές όπως αυτές του Kahn που μπορεί να έχουν αξία ακριβώς ως κριτικές, δημιουργούνται αναπόφευκτα μεθοδολογικά ζητήματα (Buckland, Edmondson, 2010) αναφορικά κυρίως με το τι θεωρείται επιστήμη και τι επιστημονικά αξιόπιστο. Το συγκεκριμένο θέμα χρήζει ιδιαίτερης προσοχής, κυρίως σε μια τάξη φυσικών επιστημών,

όπου καμία επιστημονική γνώση δε θα πρέπει να περνάει λαθραία το υπερφυσικό στις περιγραφές, τις εξηγήσεις ή τις προβλέψεις της. Κάτι τέτοιο θα σήμαινε ότι ανοίγει την πύλη της ψευδοεπιστήμης στις φυσιοκρατικές μεθόδους (Buckland, Edmondson, 2010: σ. 68).

Σύμφωνα με τον κονστρουκτιβισμό, όλα τα είδη γνώσης, συμπεριλαμβανομένης της επιστημονικής γνώσης και της μάθησης σχετικά με την επιστημονική γνώση, είναι εγγενώς υποκειμενικά (Mugaloglu, 2013). Η γνώση κάποιου, με άλλα λόγια, εξαρτάται από το πολιτισμικό υπόβαθρο, τη θρησκευτικότητα, την προσωπικότητα και τις προηγούμενες εμπειρίες του. Αυτή η υποκειμενική φύση της γνώσης καθίσταται προβληματική κατά τη διαμόρφωση της επιστημονικής γνώσης και τη διαδικασία μάθησης σχετικά με την επιστημονική γνώση, όταν οι ατομικές κατασκευές αποτελούν αντικείμενο κοινωνικής διαπραγμάτευσης για τη δια-υποκειμενικότητα (Mugaloglu, 2013).

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, το ζήτημα του σχετικισμού στην επιστήμη που θα μπορούσε να οδηγήσει τις μαθήτριες και τους μαθητές σε ψευδοεπιστημονικά συμπεράσματα, είναι θεμελιακό κατά τη εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες και γι' αυτό επιλέχτηκε ως η έκτη θεματική που αξίζει να συμπεριληφθεί στη εκπαίδευση τους και αναλύεται στη συνέχεια.

2.6. Ψευδοεπιστήμες

Ως ψευδοεπιστήμη ορίζεται η γνώση ή οι πεποιθήσεις που παρουσιάζονται ως επιστήμη, που μιμούνται δηλαδή τους επιστημονικούς όρους ή είναι επιστημονικοφανείς, αλλά στερούνται την απαραίτητη επιστημονική μεθοδολογία ώστε να υποστηρίξουν τα υποτιθέμενα επιτεύγματα και βασίζονται σε ανεπιβεβαίωτους ισχυρισμούς υποτιθέμενων ειδικών (Solbes et al., 2017). Ο Lindeman (1998) αναφέρει ότι μια τυπική ψευδοεπιστήμη περιλαμβάνει υποθέσεις που δεν μπορούν να αποδειχθούν ψευδείς, δεν βασίζεται σε ελεγχόμενες εμπειρικές μελέτες, δεν έχει βελτιωθεί με την πάροδο του χρόνου υπό το πρίσμα νέων επιστημονικών στοιχείων, δεν έχει συνεισφέρει ερευνητικά σε νέους τομείς και/ή δεν είναι συμβατή με καλά υποστηριζόμενες θεωρίες σε συναφείς τομείς (Mugaloglu, 2013). Μεταμφιεσμένη ως γνήσια επιστήμη που επιδεικνύει μια ελκυστική και διαισθητική απήχηση, η ψευδοεπιστήμη ενθαρρύνει τον επιστημονικό αναλφαβητισμό και μπορεί επίσης να παρέχει ένα αδικαιολόγητο επίπεδο εμπιστοσύνης στην παραπληροφόρηση

(Zaboski, Therriault, 2019). Η βλάβη που προκύπτει από την υιοθέτηση της ψευδοεπιστήμης μπορεί να οδηγήσει σε εκτεταμένες συνέπειες, όπως επιστημονικός αρνητισμός, επιβλαβείς πρακτικές ψυχικής υγείας ή αξιολόγησης (Zaboskia, Therriault, 2019).

Οι κλασικές ψευδοεπιστήμες ανταποκρίνονται σε ανθρώπινες επιθυμίες όπως η πρόβλεψη του μέλλοντος (αστρολογία και ωροσκόπια), τα διάφορα φαινόμενα που μελετά η παραψυχολογία (μετακίνηση αντικειμένων με το μυαλό, τηλεκίνηση, τηλεπάθεια, ανεύρεση νερού ή κρυμμένων αντικειμένων κ.λπ.), ή επίσκεψη από εξωγήινους (ουφολογία και ψευδοαρχαιολογία), μεταξύ άλλων (Solbes et al., 2017). Υπάρχουν επίσης ψευδοεπιστήμες υγείας, που σχετίζονται με πολλούς τύπους θεραπειών και υποτιθέμενα αποτελέσματα που δεν υποστηρίζονται από επιστημονικά στοιχεία, όπως είναι η περίπτωση της ομοιοπαθητικής, ο βελονισμός, το ρέικι, ορισμένες δίαιτες, η επίδραση του φεγγαριού, η κβαντική θεραπεία, οι επιδράσεις του WiFi, κ.λπ. (Solbes et al., 2017). Επιπλέον, υπάρχουν ψευδοεπιστήμες που χρησιμοποιούν ανεπιβεβαιώτες ακόμη επιστημονικές θεωρίες για να νομιμοποιήσουν διάφορες ιδεολογίες, όπως ο κοινωνικός δαρβινισμός, η ανθρωπογενής κλιματική αλλαγή κ.λπ. (Solbes et al., 2017). Τέλος, οι σχετικές με τη διαφήμιση ψευδοεπιστήμες είναι εκείνες που χρησιμοποιούν την επιστήμη για να αυξήσουν τις πωλήσεις διαφόρων προϊόντων, όπως προϊόντα καθαρισμού, καλλυντικά, υπερτροφές, κ.λπ. (Solbes et al., 2017). Μάλιστα, κάποιες από αυτές βρέθηκαν στο επίκεντρο κατά τη διάρκεια της κυβέρνησης Τραμπ στις ΗΠΑ (2017-2021) (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα 2019). Πιο συγκεκριμένα, εντάθηκαν οι προσπάθειες υποβάθμισης και αμφισβήτησης των πορισμάτων των επιστημονικών μελετών όσον αφορά την κλιματική κρίση, ενώ την ίδια περίοδο χρηματοδοτήθηκαν οργανισμοί όπως το Discovery Institute, το οποίο προωθεί ψευδοεπιστημονικές θεωρίες όπως ο δημιουργισμός και ο ευφυής σχεδιασμός στους φορείς εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες με στόχο την υπονόμηση της δαρβινικής θεωρίας της εξέλιξης (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα 2019). Το κίνημα March for Science αντιτίθεται σε αυτή την πολιτική δημιουργώντας επιτροπές σε όλες τις πόλεις όπου υπάρχουν πανεπιστήμια συγκεντρώνοντας στις τάξεις τους όχι μόνο τους ερευνητές αλλά και τους εκπαιδευτικούς των φυσικών επιστημών (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα 2019).

Συνέπεια της συνεχούς και επανειλημμένης έκθεσης σε ψευδοεπιστημονικό περιεχόμενο είναι ότι, για παράδειγμα, σχεδόν το 30% του πληθυσμού θεωρεί τον βελονισμό και την ομοιοπαθητική πολύ ή μάλλον επιστημονικά πεδία, όπως προκύπτει από την έρευνα για

τον Κοινωνική Αντίληψη της Επιστήμης και της Τεχνολογίας στην Ισπανία (Solbes et al., 2017). Σήμερα, τα κοινωνικά κινήματα στο χώρο της επιστήμης επικεντρώνονται στην αντιμετώπιση της ψευδοεπιστήμης και του ανορθολογισμού (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα 2019). Ωστόσο, Παρά τον δυνητικό κίνδυνο που εγκυμονεί η ψευδοεπιστήμη για την κοινωνία, η επιστημονική εκπαίδευση δεν παρέχει μια αυστηρή προσέγγιση αυτών των πεποιθήσεων, ούτε και τα ιδρύματα που παρέχουν εκπαίδευση για το θέμα (Solbes et al., 2017). Υπό αυτή την έννοια, είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι η UNESCO, η οποία δεν έχει αποδώσει κανέναν κωδικό στην επιστημονική εκπαίδευση, έχει αποδώσει τον κωδικό 6110 στην παραψυχολογία (Solbes et al., 2017). Ο κωδικός αυτός συνεπάγεται την αναγνώριση του επιστημονικού της καθεστώτος και, πράγματι, η ισπανική κυβέρνηση χρησιμοποιεί αυτούς τους κωδικούς για να καταναίμει ερευνητικούς πόρους (Solbes et al., 2017).

Μπορούν οι άνθρωποι να θεωρηθούν επιστημονικά εγγράμματοι, αν δεν είναι σε θέση να αναγνωρίσουν τις συνήθεις μορφές ψευδοεπιστήμης; αναρωτιούνται οι Good και Slezak (2011) (Mugaloglu, 2013). Ένα επιστημονικά εγγράμματο άτομο πρέπει να είναι σε θέση να διακρίνει την επιστήμη από την ψευδοεπιστήμη και, κατά περίπτωση, να βασίζεται στην επιστημονική γνώση κατά τη λήψη αποφάσεων, τη διαμόρφωση κρίσεων, την επίλυση προβλημάτων και τη λήψη μέτρων (Mugaloglu, 2013). Ωστόσο, σύμφωνα με τον Lindeman, (1998), η εκρηκτική αύξηση των επιστημονικών πληροφοριών τις τελευταίες δεκαετίες δεν κατάφερε να μειώσει τη λαϊκή πίστη στις ψευδοεπιστήμες (Mugaloglu, 2013). Οι λόγοι για τη δημοτικότητα και την ανθεκτικότητα της ψευδοεπιστήμης είναι πολυάριθμοι. Ο Lindeman (1998) εξηγεί ότι οι άνθρωποι πιστεύουν σε διάφορες μορφές ψευδοεπιστήμης επειδή η ανάγκη να κατανοήσουν τον εαυτό τους και τον κόσμο ικανοποιείται ευκολότερα και γρηγορότερα από απλές ψευδοεπιστημονικές εξηγήσεις παρά από επιστημονικές εξηγήσεις που είναι πιο δύσκολες στην κατανόηση (Mugaloglu, 2013).

Ο Lindeman (1998) υποστηρίζει ότι η "βιωματική σκέψη" (experiential thinking) δηλαδή *ο αυτόματος ή προκαθορισμένος τρόπος ερμηνείας, κωδικοποίησης και οργάνωσης των καθημερινών πληροφοριών είναι εξελικτικά παλαιότερος και πιο διαδεδομένος από τη λογική σκέψη που βασίζεται σε πολύπλοκους κανόνες λειτουργίας που απαιτούν λογική και αποδείξεις* (Mugaloglu, 2013: σ.831). Ως εκ τούτου, η ψευδοεπιστήμη είναι συμβατή με την εύκολη βιωματική σκέψη, η οποία φαίνεται να είναι σωστή επειδή παρέχει εύκολες λύσεις σε καθημερινά προβλήματα (Mugaloglu, 2013). Επιπλέον, η ψευδοεπιστήμη

απευθύνεται στην κοινή λογική και υποτάσσεται στο προσωπικό νόημα π.χ. η ψευδοεπιστημονική ID λέει ότι τα είδη είναι τέλεια σχεδιασμένα για το περιβάλλον στο οποίο ζουν και δεν εξελίσσονται με την πάροδο του χρόνου, μια έννοια ευκολότερα κατανοητή από την αντιφατική ιδέα ότι τα χερσαία ζώα εξελίχθηκαν σε θαλάσσια ζώα (Mugaloglu, 2013).

Ποια είναι όμως τα χαρακτηριστικά εκείνα που κατά βάση μπορούν να πείσουν έναν αναγνώστη ότι διαβάζει ένα επιστημονικό κείμενο; Οι Zaboski και Therriault (2019) πιστεύουν ότι είναι οι παραπομπές εντός κειμένου τύπου APA, οι προσθήκες διαπιστευτηρίων και η απόλυτη επιστημονικοφανής γλώσσα (Zaboski, Therriault, 2019).

Το ερώτημα που εγείρεται, σε αυτό το σημείο, είναι η στάση των εκπαιδευτικών στην άνοδο των ψευδοεπιστημονικών θεωριών. Όπως αναφέρει ο Lebo (2008) οι εκπαιδευτικοί των φυσικών επιστημών σε πολλές χώρες βρίσκονται αντιμέτωποι με τη δημόσια απαίτηση να διδάσκουν την ID στο πλαίσιο της επιστημονικής εκπαίδευσης (Mugaloglu, 2013). Ωστόσο, έχει ενδιαφέρον να διερευνηθεί κατά πόσο οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί είναι φορείς τέτοιων ιδεών. Σε έρευνα που διεξήχθη από τους Solbes et al. (2017), ελήφθη ένα δείγμα, το οποίο περιελάμβανε 131 φοιτητές και μελλοντικούς εκπαιδευτικούς φυσικών επιστημών σε δύο Πανεπιστήμια της Βαλένθια (Valencian International University και University of Valencia) φάνηκε ότι το 7,6 % (με τυπικό σφάλμα 2,3) εξακολουθεί να συμφωνεί ότι η σημερινή κλιματική αλλαγή δεν οφείλεται στον άνθρωπο και είναι προϊόν φυσικών αιτιών, ενώ το 10,7 % (2,7) θεωρεί ότι στο παρελθόν, τη Γη επισκέφθηκαν εξωγήινοι πολιτισμοί που άφησαν εκτεταμένες αποδείξεις της επίσκεψής τους (Solbes et al. ,2017). Περισσότερο ανησυχητικό είναι το γεγονός ότι, παρόλο που οι περισσότεροι από αυτούς τους φοιτητές είχαν μελετήσει στοιχεία υπέρ της θεωρίας της εξέλιξης στο πλαίσιο των πτυχίων τους, το 10,7% (2,7) δεν είχε εξορίσει εντελώς τις δημιουργιστικές ιδέες και συμφώνησαν ότι οι άνθρωποι δεν κατάγονται από άλλα πρωτεύοντα θηλαστικά και δημιουργήθηκαν σε μια συγκεκριμένη στιγμή στην ιστορία της Γη (Solbes et al. ,2017). Επίσης το 40,5 % (4,3), θεώρησε ότι οι αρχές της φυσικής επιλογής λειτουργούν και στους ανθρώπινους θεσμούς-επομένως, όπως προτείνει ο κοινωνικός δαρβινισμός, πρέπει να προωθήσουμε τον ανταγωνισμό (εθνικό, ατομικό, επιχειρηματικό κ.λπ.) για πόρους ή κοινωνικές θέσεις, προκειμένου να εγguηθούμε την πρόοδο (Solbes et al. ,2017) (το τυπικό σφάλμα, με εμπιστοσύνη 95 %, έδινε πάντα περιθώρια σφάλματος που ήταν χαμηλότερα από τα ποσοστά και έτσι τα αποτελέσματα είναι λογικά σημαντικά, παρά το μικρό μέγεθος του δείγματος) (Solbes et al. ,2017).

Έχει ενδιαφέρον να αναφερθεί και το τι συμβαίνει σε χώρες με διαφορετικό πολιτισμικό πλαίσιο όπως η Τουρκία, όπως προκύπτει από τη μελέτη του Mugaloglu (2013). Η συντριπτική πλειοψηφία του πληθυσμού της Τουρκίας είναι μουσουλμάνοι (Mugaloglu, 2013). Το ποσοστό δημόσιας αποδοχής της δαρβινικής θεωρίας της εξέλιξης στην Τουρκία είναι περίπου 25%, και αυτό είναι ένα από τα υψηλότερα μεταξύ των μουσουλμανικών χωρών (Mugaloglu, 2013). Ένας λόγος για αυτό το συγκριτικά υψηλό ποσοστό αποδοχής θα μπορούσε να είναι η πρώιμη εισαγωγή της θεωρίας της εξέλιξης στο τουρκικό πρόγραμμα σπουδών των φυσικών επιστημών (Mugaloglu, 2013). Η Τουρκία ιδρύθηκε το 1923 και μέχρι το 1930 η θεωρία της εξέλιξης διδασκόταν στα σχολεία (Mugaloglu, 2013). Από την άλλη πλευρά, σήμερα, η Τουρκία αποτελεί σημαντική πηγή προπαγάνδας του δημιουργισμού εκτός των ΗΠΑ και είναι ιδιαίτερα σημαντική σε σχέση με την επιρροή της στους μουσουλμανικούς πληθυσμούς της Ευρώπης (Mugaloglu, 2013).

Με βάση τα αποτελέσματα της ίδιας έρευνας, από τους 48 υποψήφιους καθηγητές/ήτριες φυσικών επιστημών, οι 19 θα δίδασκαν τόσο την ID όσο και τη θεωρία της εξέλιξης στα μαθήματά τους (Mugaloglu, 2013). Δύο επέλεξαν να διδάξουν μόνο την ID (Mugaloglu, 2013). Έτσι, για 21 από αυτούς τους 48 υποψήφιους καθηγητές/ήτριες φυσικών επιστημών, η ID είναι ένα θεμιτό θέμα σε ένα μάθημα φυσικών επιστημών (Mugaloglu, 2013). Στη συγκεκριμένη (μικρού δείγματος) έρευνα δεν έχει τόσο ενδιαφέρον να μελετηθούν τα ποσοστά της, όσο ένα μέρος της «λογικοφανούς» επιχειρηματολογίας των μελλοντικών καθηγητών που υποστήριζαν ότι θα δίδασκαν και τις δύο θεωρίες εξίσου, η πεμπτούσια των οποίων συμπυκνώνεται στο παρακάτω απόσπασμα μίας εκ των απαντήσεων:

Η εκπαίδευση μόνο μιας προοπτικής θα οδηγούσε τους/τις μαθητές/ήτριες μου να αποδεχθούν όλα όσα τους είπαν και σύντομα θα σταματήσουν να σκέφτονται. Γι' αυτό θα προσπαθήσω να διδάξω και τις δύο θεωρίες εξίσου, έτσι ώστε να έχουν διαφορετικές ιδέες. Τόσο η εξέλιξη όσο και ο ευφυής σχεδιασμός θα πρέπει να συμπεριληφθούν και να διδαχθούν εξίσου και αντικειμενικά σε μαθήματα φυσικών επιστημών. Δεν θα πρέπει να πω ποια θεωρία αποδέχομαι, αλλά θα πρέπει να πω ότι υπάρχουν δύο βασικές θεωρίες. Θα προτιμούσα να διδάσκονται τόσο η εξέλιξη όσο και η ID στα μαθήματα φυσικών επιστημών. Είναι όλες θεωρίες, επομένως, είναι πάντα δοκιμαστικές και διαψεύσιμες (σ.836).

Αν και δεν είναι λογικά έγκυρα, τέτοια επιχειρήματα μπορούν να προβάλλονται σε κοινωνικές διαπραγματεύσεις στο πλαίσιο του κονστρουκτιβισμού, σύμφωνα με τον οποίο η γνώση ως κατασκευή συνδέεται στενά με προηγούμενες εμπειρίες, το πολιτισμικό

υπόβαθρο, τις θρησκευτικές πεποιθήσεις και τις ψυχικές καταστάσεις. Όπως αναφέρει ο ίδιος ο ερευνητής *σε αυτό το πλαίσιο, οι παγίδες της κονστρουκτιβιστικής παιδαγωγικής γίνονται πιο εμφανείς* (Mugaloglu, 2013: σ.838).

Ένα σημαντικό ερώτημα που εγείρεται και αφορά άμεσα τους/τις εκπαιδευτικούς των φυσικών επιστημών είναι ότι μια πιο κονστρουκτιβιστική και σχετικιστική παιδαγωγική θεωρήση της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες στην προσέγγιση όλων των θεματικών τους, μπορεί να αφήσει χώρο στις ψευδοεπιστήμες να αναπτυχθούν καθώς τα κατασκευασμένα σχήματα των μαθητών/ριών μετά από ομαδικές συζητήσεις και διαπραγματεύσεις μπορεί να μη συνάδουν απαραίτητα με τις επιστημονικές εξηγήσεις (Mugaloglu, 2013). Η κονστρουκτιβιστική παιδαγωγική υποθέτει ότι η κοινωνική διαπραγμάτευση θα διεξαχθεί ορθολογικά, χωρίς τις στρεβλώσεις που προκαλούνται από ισχυρές ψευδοεπιστημονικές πεποιθήσεις και κοινωνικές πιέσεις (Mugaloglu, 2013). Είναι αναπόφευκτο λοιπόν να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι μια τέτοια προσέγγιση θα έχει ως αποτέλεσμα τη σύγχυση και τον σχετικισμό μεταξύ μαθητών/ριών και εκπαιδευτικών. Όπως εύστοχα τονίζει ο Tatto (1999), το να είσαι ανοιχτός/ή σε διαφορετικές απόψεις δεν είναι κάτι ξένο για την επιστήμη και από παιδαγωγική άποψη η ανταλλαγή γνώσεων κατά την εκπαίδευση είναι εκτιμητέα (Mugaloglu, 2013). Ωστόσο, σύμφωνα με τον ίδιο, η ένταξη της κοινωνικής διαπραγμάτευσης στην τάξη των φυσικών επιστημών χρήζει μιας πολύ ιδιαίτερης διαχείρισης καθώς και σε αυτή την περίπτωση οι ισορροπίες είναι αρκετά λεπτές και έτσι αυξάνονται οι πιθανότητες, οι κατασκευές των μαθητών/ριών να αρχίσουν να ευθυγραμμίζονται με την ψευδοεπιστήμη (Mugaloglu, 2013).

Ένας γενικός στόχος της επιστημονικής εκπαίδευσης είναι να διασφαλιστεί ότι μέχρι το τέλος του σχολείου, όλοι/όλες οι μαθητές/ήτριες θα έχουν κάποια εκτίμηση της ομορφιάς και του θαύματος της επιστήμης (NRC, 2012). Η εκτίμηση της επιστήμης προϋποθέτει και την εκτίμηση της επιστημονικής γνώσης, της εξηγητικής της δύναμης και της μεθοδολογίας της (NRC 2012). Η εξίσωση των ψευδοεπιστημονικών εξηγήσεων με την επιστημονική γνώση δεν ταυτίζεται με την εκτίμηση της επιστήμης (NRC 2012). Επομένως, σε μια παγκοσμιοποιημένη κοινωνία όπου η εξέλιξη της τεχνολογίας επιτρέπει την πρόσβαση σε τεράστιο όγκο πληροφοριών -τις περισσότερες φορές με αναξιόπιστες πηγές- είναι ευθύνη των εκπαιδευτικών των φυσικών επιστημών να χρησιμοποιούν μια παιδαγωγική που βοηθά τους μαθητές/ήτριες να διακρίνουν μεταξύ επιστημονικών και

ψευδοεπιστημονικών κατασκευών αξιοποιώντας και εκτιμώντας την επιστημονική μεθοδολογία.

Συμπερασματικά, κλείνοντας το δεύτερο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας που επικεντρώθηκε κυρίως στο περιεχόμενο της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες που αποσκοπεί στην κοινωνική δικαιοσύνη, αναδείχθηκε η πολυπλοκότητα και η δυσκολία του όλου εγχειρήματος αλλά από την άλλη και τον μεγάλο εύρος επιλογών που έχει στα χέρια του/της ένας/μία εκπαιδευτικός ώστε να καταφέρει να εμπλουτίσει τη διδακτική πράξη και να προσελκύσει το ενδιαφέρον των μαθητών/ριών του/της αποκαθιστώντας την ενδεχομένως αρνητική εικόνα που έχουν για την επιστημονική κοινότητα και την επιστήμη εν γένει. Αυτό που ουσιαστικά διαφοροποιεί ένα μάθημα φυσικών επιστημών προσαρμοσμένο στις αρχές της κριτικής παιδαγωγικής από ένα πιο παραδοσιακό είναι ο κεντρικός του στόχος, που δεν είναι άλλος από τη συνειδητοποίηση για την αναγκαιότητα της επιστημονικής γνώσης ως εργαλείο ανάλυσης και κατανόησης του κόσμου. Βασικός/ή συντονιστής/ρια αυτού δεν μπορεί να είναι άλλος/η από τον/την εκπαιδευτικό που καλείται να εντάξει τις παραπάνω θεματικές αλλά και να διαχειριστεί να προβλεπόμενα προβλήματα και τις δυσλειτουργίες. Με λίγα λόγια πρέπει ο/η ίδιος/α να πειστεί για τα οφέλη μιας τέτοιας προσέγγισης ακόμη και αν κρίνεται ως επιβεβλημένο να μπει σε πιο απαιτητικά διδακτικά μονοπάτια. Με ακριβώς αυτή τη σημασία του ρόλου του/ης εκπαιδευτικού ασχολείται το ακόλουθο κεφάλαιο.

Κεφάλαιο 3: Ο ρόλος και τα χαρακτηριστικά του/της εκπαιδευτικού των φυσικών επιστημών

Όπως έχει ήδη τονιστεί, ο ρόλος του/της εκπαιδευτικού στη εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες με στόχο την κοινωνική δικαιοσύνη είναι ένα πολυπαραγοντικό και σύνθετο ζήτημα. Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να διαμορφώσουν τις απόψεις των μαθητών/ριών προς την κατεύθυνση της ένταξης των επιστημονικών εννοιών στο προσωπικό τους πλαίσιο κατανόησης (Hodson, 1999). Η Gore (1993) υπογραμμίζει, στο βιβλίο της για την κριτική και τη φεμινιστική παιδαγωγική, ότι ακόμη και οι μεταμοντέρνες προσπάθειες θεωρητικοποίησης της απελευθερωτικής εκπαίδευσης έχουν κατασκευαστεί χωριστά από τις εμπειρίες εκείνων που αμφισβητούν τις κύριες αφηγήσεις (Barton, 1997). Έτσι, ενώ η καθημερινή μάθηση συμβαίνει αυθόρμητα στο πλαίσιο της καθημερινής εμπειρίας, η μάθηση της επιστήμης πρέπει να οργανωθεί, μέσω επινοημένων καταστάσεων (Hodson, 1999). Όπως αναφέρει ο Stenhouse (1975), πρέπει να είναι «μια σκόπιμη επαγωγή» (Hodson, 1999: σ.778) που υπερβαίνει την προσωπική εμπειρία και γνώση η οποία περιλαμβάνει αναγκαστικά την παροχή νέων εμπειριών και την εισαγωγή νέων τρόπων διερεύνησης και νέων τρόπων επιχειρηματολογίας (Hodson, 1999). Ωστόσο, όσο η κοινωνία αποδέχεται άκριτα τη σχέση μεταξύ καπιταλισμού, επιστήμης και εκπαίδευσης, οι εκπαιδευτικοί της επιστήμης θα συνεχίσουν να δεσμεύονται από λόγους και κοινωνικές πρακτικές που ευθύνονται για την άσκοπη ανθρώπινη δυστυχία (Barton, 2001).

Τα παραδοσιακά μαθήματα που σχεδιάζονται από τον εκπαιδευτικό διαιωνίζουν τη νοοτροπία "ο εκπαιδευτικός ως ειδικός, ο μαθητής ως άδαιο δοχείο" (McGregor, 2003). Αυτά τα μαθήματα συνήθως περιέχουν διαδικασίες που έχουν σχεδιαστεί για να δημιουργήσουν συγκεκριμένη συμπεριφορά και αποτελέσματα (McGregor, 2003). Η κοινά αποδεκτή άποψη, αναφορικά με τον ρόλο του εκπαιδευτικού, είναι η κατασκευή ειδικών εμπειρογνομόνων μετατρέποντας την διδακτική πράξη σε μάνατζμεντ και διαχείριση στρατηγικών εξουσίας (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Η στροφή σε μια πιο κοινωνικά δίκαιη επιστημονική εκπαίδευση σημαίνει την αλλαγή των σχέσεων εξουσίας και δύναμης μεταξύ των εκπαιδευτικών, των μαθητών/ριών και της γνώσης (Gunckel, 2009). Οι Sharma και Anderson (2003) επισημαίνουν ότι πολύ συχνά, η σχολική επιστήμη στηρίζεται στην εξουσιαστική άποψη ότι η επιστήμη αφορά τα γεγονότα, ότι ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να μεταδίδει τις απαντήσεις και ότι οι μαθητές/ήτριες πρέπει να

απομνημονεύουν και να αναμασούν τις επιστημονικές απαντήσεις στα τεστ, με αποτέλεσμα να αποσυνδέονται από τη μάθηση και από το σχολείο (Gunckel, 2009). Έτσι -όπως αναφέρουν οι Aronowitz και Giroux (2010)- δεν αρκεί μόνο η υιοθέτηση μιας κριτικής στάσης του εκπαιδευτικού απέναντι στη δεδομένη σχέση γνώσης και εξουσίας που λειτουργεί προς όφελος των κυρίαρχων κοινωνικών τάξεων, καθώς θα πρέπει να αντιμετωπίσει κριτικά την ίδια του τη θέση στην παραγωγή της γνώσης (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019).

Επομένως, οι στάσεις, οι αξίες και το κοινωνικό – πολιτικό υπόβαθρο του εκπαιδευτικού είναι ένας από τους βασικότερους παράγοντες της αποδόμησης μιας πιο παραδοσιακής εκπαίδευσης των φυσικών επιστημών. Στο πλαίσιο της κριτικής παιδαγωγικής, οι εκπαιδευτικοί καλούνται να γίνουν «διανοούμενοι του μετασχηματισμού» στα σχολεία και στην κοινωνία γενικά (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Όπως τονίζει ο Giroux (1988), ως ουσιαστικά εμπλεκόμενοι διανοούμενοι, είναι υποχρεωμένοι να αναπτύξουν κάθε πτυχή της εκπαιδευτικής διαδικασίας σε μια ενεργό διαφωνία με την ηγεμονική τάξη της κοινωνίας (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Εφόσον όμως οι εκπαιδευτικοί πρέπει να πολιτικοποιήσουν τους/τις μαθητές/ήτριες, να τους/τις προετοιμάσουν και να τους/τις εμπλέξουν σε κοινωνικοπολιτικές δράσεις, πρέπει και οι ίδιοι/ες να είναι πολιτικοποιημένα όντα. Επίσης πρέπει να έχουν προετοιμαστεί για κοινωνικοπολιτική δράση και να έχουν εμπλακεί σε αυτήν (Hodson, 1999). Αν και μέσω της έρευνας δράσης, υπάρχει ο κίνδυνος η ατζέντα και τα πλαίσια αναφοράς να ελεγχθούν από εκείνους που έχουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τη διατήρηση του status quo (Hodson, 1999). Είναι απαραίτητο να επέλθει η συνειδητοποίηση -όπως υποστηρίζει ο Apple (1990)- ότι η εκπαίδευση δεν είναι ουδέτερη και ότι ο/η εκπαιδευτικός εμπλέκεται συνειδητά ή μη σε μια πολιτική πράξη (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Ο Shor (1996) δηλώνει ότι είναι πολιτικά αφελές ή απλώς τεχνοκρατικό να θεωρηθεί η σχολική τάξη ως ένας ουδέτερος κόσμος όπου η ανισότητα, η ιδεολογία και η οικονομική πολιτική δεν έχουν επιπτώσεις στη μάθηση (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Κυρίαρχη έννοια εδώ είναι η πολιτική φύση της διανοητικής εργασίας, μια γκραμσιανή αρχή που είναι καίρια για την ανάλυση του θέματος (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Βάσει αυτής, αναπλαισιώνεται η λειτουργία του/της διανοούμενου στην εκπαίδευση, αμφισβητώντας τις κυρίαρχες αντιλήψεις περί ουδέτερης και αντικειμενικής έρευνας και εκπαίδευσης. Σύμφωνα και πάλι με τους Aronowitz και Giroux (2010), ο λόγος του/της εκπαιδευτικού δεν είναι ουδέτερος, δεν είναι κενός αξιών,

δεν είναι δηλαδή ανεξάρτητος από ταξικές αναφορές, κουλτούρα, εξουσία και πολιτική (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019).

Επιπρόσθετα, η ασύμμετρη σχέση μεταξύ καθηγητών/ριών και μαθητών/ριών είναι κάτι που επηρεάζει καταφανώς τη μαθησιακή διαδικασία. Οι εκπαιδευτικοί γνωρίζουν περισσότερα από τους/τις μαθητές/ήτριες και έχουν μεγαλύτερη εμπειρία στην επιστήμη, οπότε θεωρούνται ως πηγή αξιόπιστης και έγκυρης γνώσης (Hodson, 1999). Αντίστοιχα, οι εκπαιδευτικοί είναι συνήθως σίγουροι/ες για τις γνώσεις τους στις επιστήμες, ενώ οι μαθητές/ήτριες μπορεί να είναι αβέβαιοι/ες καθώς αρχίζουν να αναγνωρίζουν την ανεπάρκεια των καθημερινών τους γνώσεων για την αντιμετώπιση των καθηκόντων που τους θέτει ο/η εκπαιδευτικός στα μαθήματα των φυσικών επιστημών (Hodson, 1999). Οι εκπαιδευτικοί καθορίζουν την ατζέντα, τη φύση του λόγου και το ποια είναι και ποια δεν είναι η κατάλληλη συμπεριφορά στην τάξη και στο εργαστήριο (Hodson, 1999). Σύμφωνα με τον Vygotsky (1978), αυτή η ασυμμετρία εκπαιδευτικού και μαθητή/ριας είναι απαραίτητη για τη μάθηση εντός της ζώνης της επικείμενης ανάπτυξης (Hodson, 1999) μια έννοια η οποία θα αναλυθεί εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο.

Ωστόσο, σε πολλές καταστάσεις σχολικής μάθησης, αυτή η ασυμμετρία μπορεί να είναι τέτοια που να παρεμποδίζει την ουσιαστική μάθηση (Hodson, 1999). Αναγκαστικά, οι εκπαιδευτικοί έχουν κατά νου ότι οι μαθητές/ήτριες θα φτάσουν σε μια συγκεκριμένη κατανόηση (Hodson, 1999). Κατά συνέπεια, καθορίζουν και ελέγχουν το διάλογο στην τάξη προκειμένου να το επιτύχουν: θέτουν συγκεκριμένες ερωτήσεις, στρέφουν την προσοχή σε ορισμένα πράγματα, εισάγουν εύκολους τρόπους για να καταλήξουν σε προτιμώμενες λύσεις και αποδεκτές απόψεις κ.ο.κ. (Hodson, 1999). Με αυτά τα μέσα, οι εκπαιδευτικοί όχι μόνο καθορίζουν το θέμα προς συζήτηση, αλλά και τα κριτήρια της συνάφειας και της καταλληλότητας των συνεισφορών των μαθητών/ριών, διασφαλίζοντας έτσι ότι συγκεκριμένες απόψεις εισάγονται, επικυρώνονται και αξιοποιούνται, ενώ άλλες θεωρούνται ότι αποδοκιμάζονται, αποθαρρύνονται ή αγνοούνται (Hodson, 1999). Έτσι, προκρίνουν ορισμένες απόψεις και περιθωριοποιούν άλλες, ισχυριζόμενοι/ες ότι το αντίθετο θα έπαιρνε πολύ χρόνο και θα ήταν πολύ αβέβαιο (Hodson, 1999). Όπως σημείωσαν οι Edwards και Mercer (1987), η υποτιθέμενη ελευθερία των μαθητών/ριών στις σύγχρονες τάξεις να εκφράζουν τις δικές τους απόψεις είναι σε μεγάλο βαθμό απατηλή (Hodson, 1999).

Αναπόφευκτα λοιπόν, οι εκπαιδευτικοί των φυσικών επιστημών υποπίπτουν σε πολλά λάθη ακολουθώντας ένα πιο παραδοσιακό μοντέλο μετασχηματισμού της γνώσης. Για παράδειγμα, σύμφωνα και πάλι με τους Edwards και Mercer (1987), συχνά προωθούν την τεχνική ορολογία έναντι της καθομιλουμένης γλώσσας, ακόμη και σε βάρος της κατανόησης όπως επίσης σε άλλες περιπτώσεις -κατά τους Eisenhart, Finkel και Marion, (1996)- τα σχολικά εργαστήρια φυσικών επιστημών δεν καταφέρνουν να αντικατοπτρίσουν την πραγματική επιστημονική μεθοδολογία (Barton, Yang, 2000). Ο Anderson (1991), ως ένα τέτοιο παράδειγμα αναφέρει την επαναλαμβανόμενη αντιγραφή γεγονότων και ορισμών από τα βιβλία κάτι στο οποίο οι ενήλικες επιστήμονες ξοδεύουν σχετικά λίγο χρόνο (Barton, Yang, 2000). Τα σχολικά βιβλία συχνά αποκρύπτουν τους ανθρώπους, τα εργαλεία και τα κοινωνικά πλαίσια που εμπλέκονται στην κατασκευή της επιστήμης (Barton, Yang, 2000). Το αποτέλεσμα –σύμφωνά με τον Brickhouse (1994)- είναι συχνά μια προσανατολισμένη στα γεγονότα επιστήμη, η οποία εμφανίζεται αποπλαισιωμένη, αντικειμενική, ορθολογική και μηχανιστική (Barton, Yang, 2000).

Σύμφωνα με τους Σκορδούλη και Κατσιαμπούρα (2023), ο/η εκπαιδευτικός που αποσκοπεί στην κοινωνική δικαιοσύνη θα πρέπει να πληροί κάποια βασικά χαρακτηριστικά που θα του επιτρέψουν να επιτύχει τους στόχους της εκπαίδευσης για την κοινωνική δικαιοσύνη. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι:

- Η επικαιροποιημένη επιστημονική γνώση: Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να είναι ενημερωμένοι/ες για τις σχετικές επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις προκειμένου να είναι σε θέση να μεταφέρουν ακριβείς και ενημερωμένες πληροφορίες στους/στις μαθητές/ήτριες τους (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023).
- Η διεπιστημονική προσέγγιση: Τα περιβαλλοντικά και κοινωνικά προβλήματα είναι πολύπλοκα και απαιτούν διεπιστημονική προσέγγιση, ενσωματώνοντας διάφορους επιστημονικούς κλάδους, όπως η βιολογία, η χημεία, η φυσική, οι κοινωνικές επιστήμες και η ηθική (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023).
- Η προώθηση της κριτικής σκέψης: Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να αναπτύξουν στο μαθητικό κοινό δεξιότητες κριτικής σκέψης, ενθαρρύνοντας το να αμφισβητεί, να αναλύει και να αξιολογεί τις επιστημονικές και τεχνολογικές πληροφορίες, να θέτει ερωτήσεις, να αναζητά στοιχεία, να εξετάζει διαφορετικές προοπτικές και να λαμβάνει τεκμηριωμένες αποφάσεις (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023).

- Η μάθηση μέσω σχεδιασμού ερευνητικού έργου και πρακτικών δράσεων που επιτρέπουν στους μαθητές/ήτριες να διερευνήσουν πραγματικά προβλήματα και να προτείνουν λύσεις με βάση την επιστημονική γνώση με θέματα όπως η διατήρηση του περιβάλλοντος, ο μετριασμός της κλιματικής αλλαγής, η προώθηση της ισότητας των φυλών (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023).
- Η ηθική ευαισθητοποίηση και κοινωνική ευθύνη: Αυτό περιλαμβάνει την ανάπτυξη της κοινωνικής και περιβαλλοντικής ενσυναίσθησης και την εξέταση των κοινωνικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ατομικών και συλλογικών αποφάσεων και δράσεων (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023).

Έτσι, ο/η εκπαιδευτικός ως διανοούμενος/η και βασικός/η φορέας του μετασχηματισμού της επιστημονικής γνώσης δεν οφείλει να μεταδίδει απλώς τις αρχές ενός πραγματοποιημένου κόσμου (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Αντιθέτως, θα πρέπει να θέτει στο στόχαστρό του/της τα κοινωνικά δικαιώματα, όχι ως διορθωτικό μέτρο της υφιστάμενης κατάστασης αλλά ως χειραφετητικό πρόταγμα αντίπαλο της καταπίεσης και της εκμετάλλευσης (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Όπως τονίζει η Κατσιαμπούρα (2019), ο/η εκπαιδευτικός θα πρέπει να αναλάβει την ακαδημαϊκή και κοινωνική ευθύνη, τόσο στον ακαδημαϊκό όσο και στο δημόσιο χώρο, με ό,τι δυνατότητα υπάρχει, ώστε ο χώρος της δραστηριότητάς του/της να γίνει χώρος αγώνα ενάντια στην κυρίαρχη και νομιμοποιημένη κοινωνική ανισότητα (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019).

Σε αυτό το σημείο, εφόσον οριοθετήθηκαν σε μεγάλο βαθμό τα χαρακτηριστικά ενός/μίας εκπαιδευτικού φυσικών επιστημών, στο επόμενο κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η μεθοδολογία της εκπαίδευσης. Θα γίνει μία επισκόπηση των διδακτικών μοντέλων που ταυτίζονται με τις αρχές της κριτικής παιδαγωγικής, όπως επίσης και ποιες πρακτικές μπορούν να αξιοποιηθούν, όταν αυτά εφαρμόζονται. Στη συνέχεια θα αναλυθεί το εγχείρημα μιας πιο δημοκρατικής τάξης και πως αυτό συνδέεται με τη γενικότερη φιλοσοφία της εκπαίδευσης που είναι στοχοπροσηλωμένη στην κοινωνική δικαιοσύνη. Έπειτα, η μελέτη θα υπεισέλθει στο φλέγον ζήτημα της πολυπολιτισμικής εκπαίδευσης. Θα επιδιωχθεί μία σφαιρική προσέγγιση του θέματος ώστε να αναδειχτούν όλες οι όψεις και οι αντικειμενικές δυσκολίες του εν λόγω εγχειρήματος. Τέλος, θα γίνει λόγος για την αντιπαραβολή της επιστημονικής και καθημερινής γλώσσας κυρίως όπως προβλήθηκε μέσα από το έργο του Vygotsky και σε επόμενο επίπεδο θα αναλυθεί η φύση της γλώσσας ως ένα κοινωνικά διαμορφωμένο προϊόν.

Κεφάλαιο 4: Μεθοδολογία, πρακτικές και χαρακτηριστικά της εκπαίδευσης των φ.ε.

Τα είδη των σχολικών επιστημονικών πρακτικών έχουν οδηγήσει σε έναν συντριπτικό αριθμό μαθητών/ριών που πιστεύουν ότι *η επιστήμη είναι ένα σύνολο γνώσεων που αποτελείται από γεγονότα και θεωρίες που υπάρχουν "εκεί έξω"* (Cobern, 1996), ότι είναι *στατική και όχι δυναμική* (Yager, 1990), ότι *μόνο οι πιο έξυπνοι άνθρωποι μπορούν να ασχοληθούν με αυτήν* (Lemke, 1990), ότι *δεν συνδέεται με την προσωπική τους ζωή* (Brickhouse, 1994 & Barton, 1998) και ότι *μόλις εκπληρώσουν τις σχολικές τους απαιτήσεις, θα "τελειώσουν" με την επιστήμη για το υπόλοιπο της ζωής τους* (Kahle & Meece, 1994) (Barton & Yang, 2000: σ.876).

Εξετάζοντας τη μεθοδολογία μιας εκπαίδευσης φυσικών επιστημών που τη διέπουν οι αρχές και οι αξίες της κριτικής παιδαγωγικής, σύμφωνα με τον Σκορδούλη και την Κατσιαμπούρα (2019), το αφετηριακό σημείο δεν μπορεί να είναι άλλο από το ξεπέρασμα της αναλυτικής θεωρίας της γνώσης και τη συγκρότηση μιας κριτικής επιστημολογίας βασισμένης στον μη διαχωρισμό του υποκειμένου από το αντικείμενο της γνώσης στη φάση της γνωστικής διαδικασίας, ανάδειξη της σημασίας της οπτικής του καταπιεσμένου, παραδοχή της ύπαρξης πολλαπλών πραγματικοτήτων, κατανόηση της θέσης μας στο πολύπλοκο δίκτυο της πραγματικότητας, επιστημολογία σκοπιάς (standpoint epistemology), αποδοχή της σημασίας της πρακτικής γνώσης για κριτική κοινωνική δράση, ξεπέρασμα του αναγωγισμού, αποδοχή των πολλαπλών ερμηνειών (κριτική ερμηνευτική), ανάδειξη νέων ταυτοτήτων μέσα από μια κριτική οντολογία (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019: σ.185).

Σύμφωνα με τον McLaren (2001), η δομή της σχολικής εκπαίδευσης λειτουργεί επίσης για να αποσιωπήσει κάθε είδους κριτική συζήτηση σχετικά με τι ή πώς υποτίθεται ότι πρέπει να διδάσκουν οι εκπαιδευτικοί. Η εκπαίδευση δεν αφορά μόνο την κριτική αξιολόγηση της επιστήμης και του τρόπου με τον οποίο αυτή μπορεί να διασταυρώνεται με τις ζωές των μαθητών/ριών που πιο συχνά βρίσκονται στο περιθώριο της επιστήμης, αλλά και να αξιολογεί κριτικά γιατί οι συζητήσεις σχετικά με την εξουσία και το κεφάλαιο γενικά αποφεύγονται στο μάθημα των φυσικών επιστημών (Barton, 2001).

4.1. Διδακτικά μοντέλα

Η έρευνα στις φυσικές επιστήμες περιλαμβάνει κριτική διερεύνηση και συζητήσεις σχετικά με αντίθετες θεωρίες και παρατηρήσεις. Όλες οι παρατηρήσεις, οι συζητήσεις και οι προβληματισμοί πρέπει να εξετάζονται και να αντιμετωπίζονται με σοβαρό τρόπο κατά την αναζήτηση ενός τελικού συμπεράσματος (Wistrøm, Janne Madsen, 2018). Όπως προαναφέρθηκε, ένας από τους βασικότερους στόχους της κοινωνικής παιδαγωγικής είναι η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης των μαθητών και των μαθητριών. Ωστόσο, η κριτική συνείδηση, η δημιουργικότητα, ακόμη και ο πληροφοριακός αλφαριθμητισμός δεν είναι δεξιότητες μοναδικές ή ειδικές για τον αιώνα που διανύουμε- αποτελούν σημαντικές ανθρώπινες δεξιότητες εδώ και χιλιάδες χρόνια (Rotherham & Willingham, 2010). Οι δεξιότητες αυτές δεν είναι ξεχωριστές από το περιεχόμενο, αλλά συνδέονται πάντα με το γνωστικό αντικείμενο (Häkkinen et al., 2017). Αυτό εγείρει το ερώτημα σχετικά με το ρόλο του σχολείου και της εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών στην εκμάθηση αυτών των δεξιοτήτων από τους/τις μαθητές/ήτριες καθώς σε αυτή τη μεταβατική περίοδο για την εκπαίδευση το ερώτημα είναι πως θα διδάχτούν δεξιότητες όπως η συνεργασία, η καινοτομία κ.α. (Häkkinen et al., 2017).

Συγχρόνως, η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες πρέπει να δίνει έμφαση στη εκπαίδευση και στη μάθηση της επιστημονικής διαδικασίας, ώστε να εμπεδωθούν στους μαθητές/ήτριες ικανότητες επίλυσης προβλημάτων. Η επίλυση προβλήματος (problem solving) αποτελεί ένα μοντέλο εκπαίδευσης το οποίο αξιοποιεί νοητικές διαδικασίες των μαθητών/ριών που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη της "καλύτερης" απάντησης σε ένα άγνωστο για τα παιδιά ζήτημα (Daniel, 2016). Ο Freire ήθελε οι εκπαιδευτικοί να αντιμετωπίζουν τους/τις μαθητές/ήτριες ως συνδημιουργούς της γνώσης (Freire, 1974). Σύμφωνα με τη μέθοδο προβληματισμού, δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στο διάλογο, κατά τη διάρκεια του οποίου ο καθένας/μία μπορεί να θέσει ερωτήματα ή να εκφράσει τις απόψεις του/της ελεύθερα (Shih, 2018).

Σύμφωνα με τους Σκορδούλη και Κατσιαμπούρα (2023), μια εκπαίδευση βασισμένη στη λύση προβλήματος εμπλέκει τους/τις μαθητές/ήτριες στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων που σχετίζονται με την επιστήμη και την κοινωνία (Σκορδούλη, Κατσιαμπούρα, 2023). Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να παρουσιάσουν στους/στις μαθητές/ήτριες προβληματικές καταστάσεις που απαιτούν τη χρήση επιστημονικών

γνώσεων για την εξεύρεση λύσεων (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Για παράδειγμα, μπορούν να θέσουν ένα πρόβλημα που σχετίζεται με τη ρύπανση των υδάτων σε μια κοινότητα και να τους ζητηθεί να διερευνήσουν τις πιθανές αιτίες και να προτείνουν μέτρα για την αντιμετώπιση του (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Η προσέγγιση αυτή ενθαρρύνει την πρακτική εφαρμογή των επιστημονικών γνώσεων και προωθεί την κριτική συνείδηση και τη συνεργασία (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023).

Ένα άλλο χρήσιμο διδακτικό εργαλείο του/της εκπαιδευτικού είναι οι ερευνητικές εργασίες. Αναθέτοντας ερευνητικές εργασίες σχετικές με κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα, οι μαθητές/ήτριοι έχουν την ευκαιρία να διερευνήσουν διεξοδικά ένα συγκεκριμένο θέμα και να παρουσιάσουν τα ευρήματά τους (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Για παράδειγμα, μπορούν να ερευνήσουν την αποψίλωση των δασών σε μια συγκεκριμένη περιοχή, να αναλύσουν τα αίτια και τις συνέπειες και να προτείνουν μέτρα διατήρησης που μπορούν να σκεφτούν (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Τα έργα αυτά ενισχύουν την αυτονομία, την κριτική συνείδηση και τις αναλυτικές δεξιότητες των μαθητών/ριών (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023).

Κοινός παρονομαστής όλων των σύγχρονων προσεγγίσεων μάθησης είναι ο ρόλος του/της μαθητή/ριας, ο/η οποίος/α εξοικειώνεται με την επιστημονική μεθοδολογία, ανακτά το ενδιαφέρον του/της για τα μαθήματα φυσικών επιστημών και απαγκιστρώνεται από τη θέση του/της παθητικού δέκτη πληροφοριών. Οι εκπαιδευτικοί επιδιώκουν να δημιουργήσουν ένα μαθησιακό περιβάλλον στο οποίο αυτή η επιστημονική γνώση παρουσιάζεται ως λογική, χρήσιμη και άξια να ενσωματωθεί σε ένα προσωπικό πλαίσιο κατανόησης (Barton, 1997). Οι μαθητές/ήτριοι θα πρέπει να συλλέγουν και να αναλύουν επιστημονικά δεδομένα που σχετίζονται με ένα δεδομένο ζήτημα και, αντίστοιχα, να διαπραγματεύονται τις κοινωνικές (πολιτικές και οικονομικές) διαστάσεις (Pitriortapin, Torcu 2016). Η επιχειρηματολογία είναι το κλειδί στις τάξεις μάθησης κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων (Pitriortapin, Torcu 2016). Οι μαθητές/ήτριοι πρέπει να δίνουν προτεραιότητα στις μεθόδους έρευνας, ενώ ερμηνεύουν τα ζητήματα, λαμβάνουν αποφάσεις βάσει ηθικών κρίσεων, επιλύουν προβλήματα και συμμετέχουν σε διάφορες μορφές λόγου, όπως η επιχειρηματολογία, η διαπραγμάτευση και η αμφισβήτηση των παραδοχών της κυρίαρχης γνώσης (Pitriortapin, Torcu 2016). Η διεξαγωγή έρευνας και η διατύπωση επιχειρημάτων σχετικά με τη βάση ενός συγκεκριμένου ζητήματος διευκολύνουν την εκμάθηση του επιστημονικού περιεχομένου (Pitriortapin, Torcu 2016). Αυτό συνεπάγεται ότι βοηθούν τους/τις μαθητές/ήτριοι να προχωρήσουν πέρα από τα

αποδεικτικά στοιχεία που συνήθως έχουν στη διάθεσή τους στην καθημερινή ζωή, μέσω της παροχής εμπειριών που έρχονται σε αντίθεση με την καθημερινή κατανόηση φαινομένων και γεγονότων (Barton, 1997).

Επιπλέον, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας και των πολυμεσικών πόρων στα μαθήματα είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για την αντιμετώπιση κοινωνικο-επιστημονικών ζητημάτων (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές/ήτριες χρησιμοποιούν βίντεο, infographics, προσομοιώσεις ή διαδραστικές εφαρμογές (που βασίζονται στη λογική του problem solving) για να επεξηγήσουν έννοιες και καταστάσεις, να παρουσιάσουν παραδείγματα κοινωνικοεπιστημονικών προβλημάτων και καινοτόμες λύσεις (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Αυτό όχι μόνο κινητοποιεί τους/τις μαθητές/ήτριες αλλά τους επιτρέπει επίσης να έχουν πρόσβαση σε ενημερωμένες πληροφορίες και να οπτικοποιούν τα προβλήματα και τις πιθανές λύσεις (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023).

Άλλες χρήσιμες στρατηγικές για την κριτική εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες αποτελούν το παιχνίδι ρόλων, τα σενάρια, η συζήτηση, οι συζητήσεις με παζλ, τα φόρουμ, τα συνέδρια, οι προφορικές παρουσιάσεις, οι αντιπαραθέσεις και οι γραπτές εκθέσεις (Pitpiorntapin, Torcu 2016). Παρομοίως, υπάρχουν πολυάριθμα μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί από εκπαιδευτικούς των φυσικών επιστημών και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να φέρουν τα κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα στην τάξη των φυσικών επιστημών (Pitpiorntapin, Torcu 2016).

Οι Pitpiorntapin και Torcu το 2016 στο επιστημονικό άρθρο τους με τίτλο *Teachings Based on Socioscientific Issues in Science Classrooms: A Review Study* πρότειναν κάποια μοντέλα εκπαίδευσης βασισμένα σε κοινωνικο-επιστημονικές μεθόδους εκπαίδευσης, τα οποία έχει ενδιαφέρον να εξεταστούν.

Πιο συγκεκριμένα, συγκέντρωσαν τέσσερα μοντέλα εκπαίδευσης, όπως έχουν προκύψει από προηγούμενες έρευνες: το μοντέλο λήψης αποφάσεων του Rarcliffe (1997), το βιοηθικό μοντέλο των Van Rooy (2000) και Dawson (2001), το μοντέλο λήψης αποφάσεων σε πρακτικά πλαίσια με τη χρήση ηθικών ζητημάτων του Keefer (2003) και το διδακτικό μοντέλο για την κοινωνικο-επιστημονική εκπαίδευση του Eilks (2010). Τα μοντέλα συνοδευόμενα από τα αντίστοιχα βήματα παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα (σ.128) (Pitpiorntapin, Torcu 2016):

Μοντέλο λήψης αποφάσεων (Ratcliffe, 1997)	Στόχος: Προσδιορισμός εναλλακτικών τρόπων δράσης για ένα κοινωνικο-πολιτικό ζήτημα
	Κριτήρια: Ανάπτυξη κατάλληλων κριτηρίων για τη σύγκριση εναλλακτικών δράσεων με τη χρήση επιστημονικών γνώσεων και στοιχείων
	Έρευνα: Αξιολόγηση πλεονεκτημάτων/μειονεκτημάτων κάθε εναλλακτικής με βάση τα επιλεγμένα κριτήρια
	Λήψη απόφασης με βάση την ανάλυση που έχει πραγματοποιηθεί
	Ανασκόπηση: Αξιολόγηση της όλης διαδικασίας και προσδιορισμός εφικτών βελτιώσεων
Βιοηθικό μοντέλο (Van Rooy, 2000 & Dawson 2001)	Παρατήρηση καταστάσεων που σχετίζονται με κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα που αφορούν τη βιοηθική.
	Δημιουργία ερωτήματος και υποθέσεων
	Συγκέντρωση πληροφοριών
	Ανάλυση και ηθική συζήτηση
Μοντέλο για τη λήψη αποφάσεων σε πρακτικά πλαίσια χρησιμοποιώντας κοινωνικά θέματα (Keefe, 2003)	Προσδιορισμός ηθικών ζητημάτων
	Προσδιορισμός σχετικών γνώσεων και άγνωστων γεγονότων
	Προσφορά λύσεων
	Αιτιολόγηση
	Εξέταση εναλλακτικών σεναρίων που υποστηρίζουν διαφορετικά συμπεράσματα
	Προσδιορισμός και αξιολόγηση ηθικών συνεπειών
	Προσφορά εναλλακτικής λύσης
Διδακτικό μοντέλο για την κοινωνικο-επιστημονική εκπαίδευση (Eilks, 2010)	Ανάλυση προβλήματος: Παρουσίαση ενός ζητήματος στους μαθητές/ήτριες χρησιμοποιώντας αναφορές από τα Μ.Μ.Ε. και άλλες στρατηγικές που υπογραμμίζουν την πραγματική διάσταση και τη συνάφεια του ζητήματος.

	Χρήση της επιστημονικής γνώσης: Οι εκπαιδευτικοί βοηθούν τους/τις μαθητές/ήτριες να κατανοήσουν τη βασική επιστήμη που κρύβεται πίσω από το εν λόγω ζήτημα. δίλημμα.
	Εστίαση εκ νέου στο κοινωνικο-επιστημονικό: Οι μαθητές/ήτριες επικεντρώνουν εκ νέου την προσοχή τους στο θέμα και τα σχετικά κοινωνικά προβλήματα ή διαμάχες.
	Παιχνίδι ρόλων: Οι μαθητές/ήτριες αναλαμβάνουν ρόλους για να συμμετέχουν στη διαπραγμάτευση του ζητήματος ως τα συμβαλλόμενα μέρη της συζήτησης του θέματος ή αντιπροσωπεύοντας τα ΜΜΕ.
	Ανακλαστική δραστηριότητα: Οι μαθητές/ήτριες ενθαρρύνονται να προβληματιστούν σχετικά με τις συνολικές εμπειρίες τους σχετικά με το θέμα και την υποκείμενη γνώση

Επιπρόσθετα, επειδή έχει γίνει πολύς λόγος για τη συζήτηση στην τάξη, χρήσιμο θα ήταν να υπάρξει μια κατηγοριοποίηση των καθοδηγούμενων ερωτήσεων που μπορούν γενικά να χωριστούν σε 7 κατηγορίες: (1) μνήμη ή ανάκληση, (2) μετάφραση ή επαναδιατύπωση με χρήση διαφορετικής γλώσσας ή συμβόλων, (3) ερμηνεία ή εύρεση σχέσεων, (4) εφαρμογή ή επίλυση προβλημάτων της πραγματικής ζωής μέσω γενικεύσεων, (5) ανάλυση ή επίλυση ενός προβλήματος μέσω κριτικής σκέψης, (6) σύνθεση ή επίλυση ενός προβλήματος με χρήση δημιουργικής σκέψης και (7) αξιολόγηση ή διατύπωση κρίσεων με χρήση προτύπων ή κανόνων (McComas, 2014). Επιπλέον οι λέξεις «ποιος, τι, πότε, πού και γιατί» συνήθως σημαίνουν ότι η ερώτηση είναι κλειστή, ενώ όροι όπως «συγκρίνω, ερμηνεύω, εξηγώ ή αξιολογώ» μπορεί να απαιτούν κάτι περισσότερο από την άντληση πληροφοριών από την απομνημόνευση (McComas, 2014). Οι διδάσκοντες/ουσες θα πρέπει να προσέχουν τη διατύπωση της ερώτησης, ώστε να μην είναι πολύ ασαφής ή πολύ φλύαρη (McComas, 2014). Μια σημαντική δεξιότητα στη υποβολή ερωτήσεων είναι η ποικιλία των ερωτήσεων και ιδιαίτερα των ανοικτών όπου ο/η εκπαιδευτικός μπορεί να ζητήσει παραδείγματα, διευκρίνιση μιας ιδέας, μεγαλύτερη και πιο εμπεριστατωμένη εξήγηση (McComas, 2014).

Τέλος, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να παρέχουν στους/στις μαθητές/ήτριες τον απαραίτητο χρόνο ώστε να σκεφτούν την απάντηση (McComas, 2014).

Το ζήτημα της κοινωνικής δικαιοσύνης λοιπόν δεν μπορεί να εξηγηθεί ή να κατανοηθεί μέσα από ένα μοντέλο που ταιριάζει σε όλους, γι' αυτό και η έρευνα στην εκπαίδευση και τη μάθηση των φυσικών επιστημών περιλαμβάνει έρευνα που είναι μεθοδολογικά και θεωρητικά ποικίλη (Barton, Upadhyay, 2010). Εκείνος/η που για ακόμη μια φορά καλείται να κάνει τη σωστή ανάγνωση των συνθηκών, να θέσει τους υποκειμενικούς στόχους της τάξης και να αξιοποιήσει την κατάλληλη μεθοδολογία δεν είναι άλλος/η από τον/την εκπαιδευτικό ο ρόλος του/της οποίου/ας παραμένει αδιαμφισβήτητα ο σημαντικότερος.

4.2 Ο εκδημοκρατισμός του μαθήματος και η συνεργασία με την κοινότητα

Ο ρόλος της δημοκρατικής παιδαγωγικής στην προώθηση της κριτικής επιστημονικής δράσης των μαθητών/ριών παραμένει σταθερά ένα πεδίο μελέτης (Barton, Upadhyay, 2010). Όπως προκύπτει συνολικά από τη μελέτη της παγκόσμιας αρθρογραφίας -βλ. Sjøberg (2009), Madsen και Strande (2014), Kolstø (2003) (Wistrøm, Janne Madsen, 2018)- οι φυσικές επιστήμες είναι ένας τομέας στον οποίο οι ερευνητές, συχνά με τη χρήση ποσοτικών και ποιοτικών μεθόδων, διερευνούν και ελέγχουν θεωρίες και υποθέσεις, αλλά είναι επίσης ένας τομέας με μακρά παράδοση στη χρήση επιχειρημάτων και συζητήσεων, όπως διαπιστώθηκε και παραπάνω (Wistrøm, Janne Madsen, 2018). Τα μοντέλα εκπαίδευσης φυσικών επιστημών με βάση τις αρχές της κριτικής παιδαγωγικής, παρουσιάζουν ομοιότητες με τις δημοκρατικές διαδικασίες (Wistrøm, Janne Madsen, 2018) μετουσιώνοντας έτσι την πολυφωνική και δημοκρατική φύση της ίδιας της επιστήμης. Πώς όμως αυτό καθίσταται εφικτό;

Στην τάξη, όπως σημειώνουν οι Hauxwell & Schmidt (1999), από μια προσέγγιση της κριτικής επιστήμης, ο/η εκπαιδευτικός ξεκινά διδάσκοντας τις αποχρώσεις μιας ευρείας, καθολικής έννοιας και στη συνέχεια διευκολύνει τους/τις μαθητές/ήτριες να επιλέξουν τα θέματα που μπορούν να αναλυθούν από αυτό το ευρύτερο επίπεδο (McGregor, 2003). Για παράδειγμα, θα τους/τις βοηθήσει να εκτιμήσουν την ευρεία έννοια του κοινωνικού αποκλεισμού και στη συνέχεια θα μπορούσαν να εξετάσουν τις διαστάσεις του επαναλαμβανόμενου προβλήματος στέγασης που σχετίζεται με τον αποκλεισμό (έλλειψη

στέγης, χαμηλό εισόδημα κ.λπ.) (McGregor, 2003). Ο Sjøberg (2001) υποστηρίζει ότι ο επιστημονικός γραμματισμός είναι απαραίτητος για τη λειτουργία της δημοκρατίας (Wistrøm, Janne Madsen, 2018). Σε μια λειτουργική δημοκρατία οι συμμετέχοντες/ουσες είναι αυτόνομοι φορείς που δεν είναι εύκολο να εξαπατηθούν ή να χειραγωγηθούν (Wistrøm, Janne Madsen, 2018). Η επιστήμη γενικά και ιδιαίτερα οι φυσικές επιστήμες στο σχολείο συνδέονται με τη δημοκρατία, επειδή το αντικείμενο ενισχύει τους/τις μαθητές/ήτριες με γνώσεις και δεξιότητες που τους επιτρέπουν να συμμετέχουν ως ενεργοί/ές πολίτες στις δημοκρατικές διαδικασίες της κοινωνίας (Wistrøm, Janne Madsen, 2018). Η απόκρυψη αυτής της μορφοποιητικής διάστασης της επιστήμης μπορεί να οδηγήσει σε μια «απολυταρχία της σχολικής τάξης» (classroom absolutism) (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019: σ.189), δηλαδή σε μια δόμηση της επικοινωνίας μεταξύ των μαθητών/ριών και του/της εκπαιδευτικού με βάση το ότι το περιεχόμενο της σχολικής επιστήμης αποτελείται μόνο από ασκήσεις και προβλήματα που έχουν μία και μόνο μια σωστή απάντηση, και ότι, τελικά, ο/η εκπαιδευτικός είναι εκείνος/η που θα αξιολογήσει το επίπεδο της τάξης, εμποδίζοντας την ανάπτυξη μιας δημοκρατικής κουλτούρας εντός της (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Εάν στην τάξη επικρατεί ένα εξουσιαστικό κλίμα συμμόρφωσης (χωρίς απαραίτητα να υπάρχουν κακές προθέσεις από τον εκπαιδευτικό), που καθοδηγεί τους/τις μαθητές/ήτριες προς τον προσανατολισμό της σωστής απάντησης, οι μαθητές/ήτριες αντιλαμβάνονται πως οι γνώσεις τους δεν προτιμώνται έναντι του/της εκπαιδευτικού, γίνονται απρόθυμοι να προτείνουν εναλλακτικές απόψεις, όσο λογικές και αν είναι, και αρκούνται στην κατά λέξη επανάληψη όσων λέει ο/η επικεφαλής της τάξης (Hodson, 1999). Η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες με στόχο τη δημοκρατία δεν μπορεί να βασιστεί σε στερεότυπα εκπαίδευσης και μάθησης που χαρακτηρίζονται από το πρότυπο της αυθεντίας (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Είναι σημαντικό να υπάρξει μια αλληλεπίδραση στην τάξη που υποστηρίζει το διάλογο και τη διαπραγμάτευση (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019).

Για τον σκοπό αυτό, ο/η εκπαιδευτικός δεν μπαίνει με ένα ανεπτυγμένο σχέδιο μαθήματος για το περιεχόμενο, αλλά μάλλον μια περιγραφή της διαδικασίας που θα χρησιμοποιηθεί για να εξασφαλιστεί η κριτική μάθηση ακριβώς επειδή οι μαθητές/ήτριες εμπλέκονται στενά στο σχεδιασμό της, δίνοντάς τους ένα πολύ μεγαλύτερο μερίδιο στην εκπαίδευσή τους (McGregor, 2003). Ο σχεδιασμός της δικής τους μαθησιακής εμπειρίας καθιστά την όλη διαδικασία πιο συναρπαστική δημιουργώντας έναν προβληματισμό για τη ζωή έξω από το σχολείο (McGregor, 2003).

Επομένως, όπως προτείνει κι ο Williams (1999), οι εκπαιδευτικοί ασχολούμενοι/ες με έννοιες όπως η δικαιοσύνη, η ισότητα, η καταπίεση κ.α. υπό το πρίσμα μιας πιο κριτικής επιστημονικής προσέγγισης, δεν χρησιμοποιούν μόνο σχέδια μαθήματος αλλά μάλλον σχέδια μάθησης στα οποία οι μαθητές/ήτριες σχεδιάζουν τα δικά τους με βάση τη δική τους ουσιαστική μαθησιακή εμπειρία, ώστε να μπορούν να μάθουν έννοιες και να εκτιμήσουν τα συμφραζόμενα που σχετίζονται με ένα επαναλαμβανόμενο πρόβλημα στην κοινωνία (McGregor, 2003). Ουσιαστικά το σχέδιο μάθησης είναι ένας τρόπος να μοιραστεί η εξουσία και να ενισχυθεί η αίσθηση της ιδιοκτησίας και της δέσμευσης, επειδή αναπτύσσονται με κοινό σχεδιασμό και συμμετοχή οικοδομώντας και κατανοώντας βαθύτερα την υπό διάλογο έννοια (McGregor, 2003). Έτσι, διδακτικός στόχος γίνεται να αφήσει τον/τη μαθητή/ρια να αποφασίσει τι χρειάζεται να γνωρίζει, να κάνει και να σκέφτεται με βάση αυτά που ήδη γνωρίζει (McGregor, 2003). Τα σχέδια μάθησης, όπως υπογραμμίζουν οι Olson et al. (1999) παρέχουν ένα μέσο για τον καταμερισμό της εξουσίας. Είναι κατά κάποιο τρόπο σχέδια δράσης για τη μαθησιακή διαδικασία. Ο/Η μαθητής/ρια αποφασίζει, στο τέλος του μαθήματος, αν έμαθε (McGregor, 2003).

Ένα άλλο πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό μιας δημοκρατικής τάξης φυσικών επιστημών είναι η συνεργατική διερευνητική μάθηση. Η συνεργατική διερευνητική μάθηση (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023 - McComas, 2014) περιλαμβάνει την εργασία των μαθητών/ριών σε ομάδες για την αντιμετώπιση προβλημάτων και σχεδίων που σχετίζονται με περιβαλλοντικά και κοινωνικά ζητήματα (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να οργανώσουν δραστηριότητες όπου οι μαθητές/ήτριες συνεργάζονται για να διερευνήσουν, να συζητήσουν και να παρουσιάσουν λύσεις μέσω ομαδικών έργων ή παρουσιάσεων (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Αυτό ενθαρρύνει την επικοινωνία, την ανταλλαγή ιδεών και την ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων, ενώ παράλληλα προωθεί την κατανόηση των θεμάτων από διαφορετικές οπτικές γωνίες (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023).

Επομένως, διαπιστώνεται ότι υπάρχουν πολλές παιδαγωγικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, για την προώθηση των δημοκρατικών μαθησιακών αποτελεσμάτων όπως: ο δημοκρατικός διάλογος, ο δημοκρατικός σχεδιασμός της τάξης, οι πολιτικές συζητήσεις, η συμμετοχή σε κυβερνητικές δραστηριότητες, όπως οι συνεδριάσεις του συμβουλίου και οι δημόσιες ακροάσεις, η συμμετοχή σε πολιτικές εκδηλώσεις, η κριτική ανάγνωση ιστορικών κειμένων και η σύγχρονη κάλυψη από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης είναι μερικά

παραδείγματα. (Robert et al., 2015). Είναι προφανές ότι πολλές από αυτές αφορούν δράση εκτός σχολείου που αφορά κυρίως τη συμμετοχή στην κοινότητα.

Αυτός άλλωστε είναι και ο απώτερος στόχος της κριτικής παιδαγωγικής προσέγγισης, δηλαδή η συγκρότηση κοινοτήτων και η δραστηριοποίηση των μαθητών/ριών σε εκτός σχολείου πλαίσια, με στόχο τη δημιουργία κοινωνικών πυρήνων δράσης. Το πρώτο βήμα προς αυτή την κατεύθυνση σίγουρα αποτελούν οι πρακτικές εμπειρίες στο φυσικό και κοινοτικό περιβάλλον (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Πρόκειται για μια πολύ δυναμική και διασκεδαστική μέθοδο. Οι εκπαιδευτικοί οργανώνουν εκδρομές ή εξορμήσεις σε κοντινά φυσικά περιβάλλοντα, ώστε οι μαθητές/ήτριες να μπορούν να παρατηρήσουν και να αναλύσουν περιβαλλοντικά προβλήματα από πρώτο χέρι (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Για παράδειγμα, μπορούν να επισκεφθούν ένα τοπικό οικοσύστημα που πλήττεται από τη ρύπανση ή να συμμετάσχουν σε δραστηριότητες περιβαλλοντικής αποκατάστασης (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Αυτές οι πρακτικές εμπειρίες επιτρέπουν στους/στις μαθητές/ήτριες να συνδεθούν άμεσα με τη φύση, όπως επίσης και να κατανοήσουν τις ανθρώπινες επιπτώσεις και να αναπτύξουν ένα αίσθημα ευθύνης απέναντι στο περιβάλλον και στην κοινότητα (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Τέτοιου είδους δράσεις καλλιεργούν την απαραίτητη εξωστρέφεια στη σχολική τάξη. Ο Hodson (1999) πρότεινε κάποια χαρακτηριστικά των ερευνητικών δράσεων που αφορούν την κοινότητα και είναι τα εξής: 1. Τα προς μελέτη πρόβλημα προέρχονται από την ίδια την κοινότητα και ορίζονται, αναλύονται και επιλύονται από την κοινότητα. 2. Ο απώτερος στόχος της έρευνας είναι ο ριζικός μετασχηματισμός της κοινωνικής πραγματικότητας και η βελτίωση της ζωής των εμπλεκόμενων. Οι ωφελούμενοι της έρευνας είναι μέλη της ίδιας της κοινότητας 3. Η έρευνα περιλαμβάνει την πλήρη και ενεργό συμμετοχή της κοινότητας σε όλα τα στάδια, ενώ ο συνολικός έλεγχος ανήκει στα μέλη της κοινότητας. 4. Η συμμετοχική έρευνα περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα εκμεταλλευόμενων, καταπιεσμένων, περιθωριοποιημένων και ανίσχυρων ομάδων: μετανάστες, πρόσφυγες, εργατικές ομάδες, αυτόχθονες πληθυσμοί και γυναίκες. 5. Κεντρικό ρόλο στη συμμετοχική έρευνα διαδραματίζει η συμβολή της στην ενίσχυση της ευαισθητοποίησης των ανθρώπων των δικών τους ικανοτήτων και πόρων και η υποστήριξή της για την κινητοποίηση και την οργάνωση της κοινότητας για την δική της αυτοδύναμη ανάπτυξη. 6. Αν και οι έχοντες/ουσες εξειδικευμένες γνώσεις και κατάρτιση συχνά προέρχονται από άτομα εκτός της κοινότητας, είναι αφοσιωμένοι/ες συμμετέχοντες/ουσες και εκπαιδευόμενοι/ες σε μια

διαδικασία που οδηγεί στην πολιτική συνηγορία και τη μαχητικότητα, αντί της συνήθους ακαδημαϊκής αποστασιοποίησης (Hodson, 1999).

Συμπερασματικά, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι, ανεξάρτητα από τη μέθοδο εκπαίδευσης που χρησιμοποιείται, οι εκπαιδευτικοί είναι απαραίτητο να προκρίνουν και να υιοθετούν ως πυρήνα της εκπαίδευσης τους μια κριτική και αναστοχαστική προσέγγιση από την πλευρά των εκπαιδευόμενων (διατύπωση ερωτημάτων, έρευνα πληροφοριών υπό διάφορες οπτικές, διάλογος και συζήτηση σε ατμόσφαιρα σεβασμού και αποδοχής) καθώς στόχος πάντα παραμένει οι εκπαιδευόμενοι/ες να αναπτύξουν δεξιότητες και στάσεις που θα τους επιτρέψουν να γίνουν φορείς αλλαγής και υποστηρικτές ενός πιο βιώσιμου και δίκαιου μέλλοντος (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Αυτή η πολυφωνία σήμερα ενισχύεται από την πολυπολιτισμικότητα μέσα σε μία σχολική τάξη, που ιδιαιτέρως τις τελευταίες δεκαετίες αποτελεί μία σταθερή συνθήκη στην εκπαίδευση. Ποια οφέλη μπορεί να αποκομίσει από αυτά ο/η εκπαιδευτικός; Ποιες είναι οι δυσκολίες που πρέπει να ξεπεραστούν και ποιες είναι οι ενέργειες του/της ώστε να επιτευχθούν οι διδακτικοί και παιδαγωγικοί στόχοι; Ερωτήματα όπως αυτά επιδιώκει να απαντήσει η επόμενη ενότητα.

4.3. Πολυπολιτισμικότητα & το κοινωνικόπολιτισμικό υπόβαθρο των μαθητών/ριών

Τα τελευταία χρόνια, έχει καταστεί επιτακτική η ανάγκη για μια πιο πολυπολιτισμική προσέγγιση της εκπαίδευσης στις περισσότερες χώρες του κόσμου. Οι εκπαιδευτικοί - κυρίως των αστικών κέντρων- αλληλοεπιδρούν καθημερινά με διαφορετικές ομάδες μαθητών/ριών που μπορεί να είναι σημειολογικά και φυσικά αποκλεισμένες ενώ την ίδια στιγμή έρχονται αντιμέτωποι/ες με περιορισμένους πόρους και χρόνο για να κάνουν κάτι συστηματικό (Barton, 2001). Είναι αυτονόητος στόχος μιας κριτικής προσέγγισης της εκπαίδευσης, ότι οι μαθητές/ήτριες, ανεξάρτητα από την εθνοτική τους καταγωγή, θα πρέπει να λαμβάνουν τις ίδιες ευκαιρίες μάθησης, ώστε να αξιοποιήσουν την πλειοψηφία των δυνατοτήτων τους (Huang et. Al, 2016). Οι άνθρωποι διαφορετικών εθνοτήτων, θρησκειών, κοινωνικών τάξεων, σωματικών ή διανοητικών αναπηριών και πολιτισμικά υποβαθμισμένων εθνοτικών ομάδων θα πρέπει να είναι σε θέση να γνωρίσουν, να κατανοήσουν και τελικά να αποδεχτούν και να σεβαστούν ο ένας τον πολιτισμό του άλλου (Huang et. Al, 2016).

Η "αποστειρωμένη" εικόνα της επιστήμης δεν περικλείει άλλους πολιτισμούς και δε φαίνεται φιλικά προσβάσιμη από αυτούς (Barton, Yang, 2000). Οι εικόνες που αναπαράγουν την επιστήμη ως δυτική οντότητα συνδέονται άμεσα με την κουλτούρα της εξουσίας (Barton, Yang, 2000). Έτσι, παιδιά σχολικής ηλικίας από ομάδες εθνοτικών μειονοτήτων, όπως οι νέοι/ες μετανάστες/ριες ή αυτόχθονες μαθητές/ήτριες, αντιμετωπίζουν αποκλίσεις μεταξύ των εμπειριών της ζωής τους και της επιστημονικής γνώσης, με αποτέλεσμα να αντιμετωπίζουν μαθησιακές δυσκολίες στα μαθήματα των φυσικών επιστημών (Huang et. Al, 2016). Η διχοτόμηση εντός ή εκτός του σχολείου είναι πολύ σχετική με την κουλτούρα της εξουσίας στην επιστημονική εκπαίδευση (Barton, Yang, 2000). Σύμφωνα με τους Anyon (1995) και Sleeter (1996), οι μαθητές/ήτριες μαθαίνουν ότι υπάρχουν όρια που διαχωρίζουν ποιος/α/α είναι και ποιος δεν είναι ικανός/ή για τις επιστήμες όχι μόνο μέσω των σχολικών βιβλίων και των δραστηριοτήτων της τάξης, αλλά και μέσω των ειδών των δραστηριοτήτων εκτός τάξης που εκτιμώνται στο σχολείο (Barton, Yang, 2000). Όπως αναφέρουν οι Quijada Cerecer et al. (2010), *η πολυπολιτισμική εκπαίδευση προωθεί μια μετασχηματιστική πολιτική ατζέντα, αμφισβητώντας τις σχέσεις εξουσίας και προνομίων επιδιώκοντας την κοινωνική και διαρθρωτική αλλαγή* (Brown & Joyce, 2023: σ.3). Ως περιεκτική, πλουραλιστική και αντιρατσιστική στους στόχους της, η πολυπολιτισμική εκπαίδευση επιμένει στη μεταρρύθμιση ολόκληρου του σχολικού περιβάλλοντος, από το διδακτικό υλικό και τις πειθαρχικές πρακτικές έως τις εξωσχολικές δραστηριότητες (Brown & Joyce, 2023). Όπως σημείωσε και η φιλόσοφος της εκπαίδευσης Maxine Greene (1993), η πολυπολιτισμικότητα είναι μια οδός μέσω της οποίας μπορεί να αποκατασταθεί η αορατότητα και η αλλοτρίωση των μαθητών (Brown & Joyce, 2023).

Οι εκπαιδευτικοί καλούνται λοιπόν να λάβουν υπόψιν τους το πολιτισμικό – κοινωνικό υπόβαθρο κατά την οργάνωση και τη συλλογή διδακτικού υλικού, ώστε να συμβαδίζει με τις αλλαγές στη δομή του πληθυσμού και να βοηθά τους μαθητές/ήτριες διαφορετικών πολιτισμικών υποβάθρων. Σύμφωνα με τους Day, French και Hall (1985), οι γνωστικές ικανότητες μεταδίδονται, περιορίζονται, καλλιεργούνται και ενθαρρύνονται κοινωνικά (Hodson, 1999). Σε μια τάξη που αποτελείται από μαθητές/ήτριες με διαφορετικό πολιτισμικό υπόβαθρο, μπορεί να υπάρξουν σύνθετα προβλήματα όσον αφορά τη διασφάλιση ότι όλοι/ες οι μαθητές/ήτριες αισθάνονται άνετα με τις ιδέες που παρουσιάζονται μέσω του προγράμματος σπουδών, το πλαίσιο στο οποίο παρουσιάζονται, τις μεθόδους εκπαίδευσης και μάθησης που χρησιμοποιούνται, καθώς και την υποκείμενη κοσμοθεωρία και τους ιδεολογικούς άξονες που εμπεριέχονται στο πρόγραμμα σπουδών

(Hodson, 1999). Μέσω του προγράμματος σπουδών και του σχεδίου εκπαίδευσης τους, καθώς και του αυτοαναστοχασμού σχετικά με τη δική τους οπτική σε πολυπολιτισμικά θέματα, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να επιβεβαιώσουν και να σεβαστούν τις ποικίλο πολιτισμό κάθε εθνοτικής ομάδας και να προωθήσουν την ανεκτικότητα και την κατανόηση σε ένα πολυπολιτισμικό περιβάλλον της τάξης, το οποίο σίγουρα θα βελτιώσει τη μαθησιακή διαδικασία (Huang et. Al, 2016).

Ο εθνοτικός και πολιτιστικός πλουραλισμός αποδέχεται και προωθεί ενεργά την ποικιλομορφία. Οι προθέσεις είναι, πρώτον, τα μέλη της κυρίαρχης κοινότητας να μάθουν να κατανοούν και να εκτιμούν τις διαφορετικές συμβάσεις και πολιτιστικές νόρμες των άλλων ομάδων και, δεύτερον, τα μέλη των φυλετικών και εθνοτικών μειονοτικών κοινοτήτων να έχουν τη δυνατότητα να ενισχύσουν και να διαιωνίσουν τις δικές τους πολιτιστικές ταυτότητες, αναπτύσσοντας έτσι θετικότερες αυτοεικόνες (Hodson, 1999). Αν και διαφέρει σε τεράστιο βαθμό από χώρα σε χώρα ως προς τους τρόπους εφαρμογής του, ο πολιτισμικός πλουραλισμός είναι μάλλον η κυρίαρχη ερμηνεία της πολυπολιτισμικότητας. (Hodson, 1999). Ουσιαστικά, η μεθοδολογία διαχείρισης μίας πολυπολιτισμικής τάξης δε διαφέρει και πολύ από αυτούς της αντιρατσιστικής εκπαίδευσης όπως αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 2.3.1. της παρούσας εργασίας.

Ωστόσο, ενώ ο πολιτιστικός πλουραλισμός μπορεί να ακούγεται ωραίος, μπορεί να κρύβει μια σειρά από προβλήματα που υποβόσκουν. Η μειονεξία και οι διακρίσεις μπορεί να παραμείνουν κρυφές επειδή, επιφανειακά, υπάρχει ισότητα ευκαιριών, ακόμη και ισότητα αξιών. Τα φαινόμενα αποσπούν την προσοχή από την πολιτιστική καταπίεση που συμβαίνει στην ευρύτερη κοινότητα και από τις ρατσιστικές και διακριτικές πρακτικές που απορρέουν από αυτήν (Hodson, 1999). Η προσοχή στο σχολείο επικεντρώνεται στο γραφικό και το πολύχρωμο, ενώ οι υποκείμενες πολιτικές αδικίες αγνοούνται (Hodson, 1999). Η κυρίαρχη ομάδα -ίσως χωρίς να το συνειδητοποιεί και ίσως χωρίς να σκοπεύει να καταπιέσει- συνεχίζει: να θεσπίζει πολιτικές, πρακτικές και θεσμούς που διατηρούν και προωθούν τις δικές της αξίες και πεποιθήσεις- να ελέγχει την οικονομία, το εκπαιδευτικό σύστημα και τα μέσα ενημέρωσης- και να αγνοεί ή να κάνει μόνο περαστικές αναφορές στα συμφέροντα, τις ανάγκες, τις προσδοκίες και τις αξίες άλλων κοινοτήτων (Hodson, 1999). Όσοι/ες είναι μέλη της κυρίαρχης ομάδας δεν βλέπουν να συμβαίνει κάτι τέτοιο. Έχουν κοινωνικοποιηθεί ώστε να βλέπουν τα πράγματα από μια συγκεκριμένη οπτική γωνία, η οποία γίνεται αποδεκτή ως η "φυσιολογική" άποψη, ή ακόμη και ως η μόνη άποψη (Hodson, 1999).

Ως εκ τούτου, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να δημιουργούν μαθησιακά περιβάλλοντα που να είναι συμβατά με το πλαίσιο αναφοράς των μαθητών/ριών, να εκφράζουν και να τιμούν τους πολιτισμούς τους και να τους/τις βοηθούν να χρησιμοποιούν τις εξειδικευμένες γνώσεις περιεχομένου για να αντιμετωπίσουν θέματα που είναι σημαντικά για αυτούς/ές (Brown & Joyce, 2023). Όπως υποστηρίζει ο Cobern (1993, 1996), *διαφορετικά πολιτισμικά περιβάλλοντα παράγουν διαφορετικές "κοσμοθεωρίες" (σύνολα πεποιθήσεων, συνειδητά ή ασυνείδητα, σχετικά με τη φύση της πραγματικότητας και τον τρόπο με τον οποίο αποκτά κανείς γνώση γι' αυτήν) που προδιαθέτουν τους ανθρώπους να αισθάνονται, να σκέφτονται και να ενεργούν με συγκεκριμένους τρόπους* (Hodson, 1999: σ.780). Οι Johnson και Atwater (2014) υποστηρίζουν ότι δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι η πολιτισμικά ανταποκρινόμενη εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες απαιτεί χρόνια για να διαμορφωθεί και να αξιοποιηθεί, καθώς απαιτεί από τους/τις εκπαιδευτικούς να αναπτύξουν μια ποικιλία εμπειριών σε διαφορετικές πολιτισμικές ομάδες, ισχυρή κοινωνικοπολιτισμική επίγνωση που προκύπτει από αυτές τις συναντήσεις (Brown & Joyce, 2023).

ο Hodson (1999) υποστήριξε την προώθηση ενός είδους "πολιτισμικής συνείδησης" που πρέπει να κατακτήσουν οι μαθητές/ήτριες και περιλαμβάνει την κατανόηση της κοινωνικής θέσης, των πεποιθήσεων και των πρακτικών, την αναγνώριση της εξάρτησης της κοινωνικοπολιτισμικής προέλευσης, σκέψης, λόγου και πράξης (Hodson, 1999). Περιλαμβάνει την αναγνώριση ότι η ίδια η επιστήμη είναι μια υποκουλτούρα, με τη δική της ξεχωριστή γνώση, γλώσσα, μέθοδο, ορθολογισμό, κριτήρια εγκυρότητας και αξιοπιστίας και αξίες- συνεπάγεται ότι οι μαθητές/ήτριες αναστοχάζονται πάνω στο προσωπικό τους πλαίσιο κατανόησης και εξετάζουν προσεκτικά τις συνθήκες στις οποίες προέκυψαν (Hodson, 1999).

Τη δεκαετία του 1990, η Gloria Ladson-Billings εισήγαγε στον εκπαιδευτικό κόσμο τη θεωρία της πολιτισμικά σχετικής παιδαγωγικής, η οποία φωτίζει τις βασικές πεποιθήσεις και ιδεολογίες που κατέχουν οι επιτυχημένοι/ες εκπαιδευτικοί Αφροαμερικανών μαθητών/ριών (Brown & Joyce, 2023). Όπως περιγράφει η ίδια (1995) στο δοκίμιό της, *Toward a Theory of Culturally Responsive Pedagogy*, οι όροι «πολιτισμικά κατάλληλοι», «πολιτισμικά ανταποκρινόμενοι» και «πολιτισμικά συμβατοί» (Finkel, 2018: σ.47) χρησιμοποιούνται από τη δεκαετία του 1980 για να περιγράψουν τις διδακτικές πρακτικές των εκπαιδευτικών οι οποίοι ενσωμάτωναν πτυχές του πολιτισμικού υπόβαθρου των μαθητών/ριών στη εκπαίδευση με τους/τις ιθαγενείς της Χαβάης, τους/τις γλωσσικά διαφορετικούς/ές και τους/τις ιθαγενείς Αμερικανούς μαθητές/ήτριες (Finkel, 2018).

Περαιτέρω, η Ladson-Billings εστιάζει συγκεκριμένα στο ρόλο των πρακτικών που ανταποκρίνονται πολιτισμικά στην αποτελεσματική εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες στο εγχειρίδιο μεθόδων φυσικών επιστημών, *Teaching Science to Every Child* (Finkel,2018). Αφού περιγράφει ορισμένες από τις εμπειρίες που αντιμετώπισε ως Αφροαμερικανίδα που μεγάλωσε σε μια εργατική αστική κοινότητα της δεκαετίας του 1950 και του 1960, η Ladson- Billings (2007) στρέφει την προσοχή της στους τρόπους με τους οποίους η πολιτισμικά σχετική παιδαγωγική μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο πλαίσιο για να συμβάλει στη διατήρηση του ενδιαφέροντος των μαθητών/ριών και τη δέσμευση τους σε μαθήματα STEM (Finkel,2018). Εξηγεί πώς οι επιτυχημένοι/ες εκπαιδευτικοί που μελέτησε επέλεξαν επιστημονικό περιεχόμενο που συνδέεται με τα ενδιαφέροντα και τις ανησυχίες των μαθητών/ριών ενσωματώνοντας την κουλτούρα τους στο πρόγραμμα σπουδών και αναβαθμίζοντας την κοινωνικοπολιτική τους συνείδηση διερευνώντας πραγματικά ζητήματα σε τοπικά πλαίσια π.χ. -όπως αναφέρει η ίδια- *χρειάζεται μια επιστήμη που εξηγεί την επιδημία του διαβήτη ή του AIDS στη δική τους κοινότητα, που αμφισβητεί κοινωνικές κατασκευές όπως η φυλή και διδάσκει ότι οι άνθρωποι μπορούν να κινητοποιηθούν για να καταπολεμήσουν την κοινωνική αδικία και διανοητικά να ενδυναμώνουν τους ανθρώπους* (Finkel,2018: σ.47). Τέλος, η πολιτισμικά σχετική παιδαγωγική, σύμφωνα με την Ladson-Billings (2021), πρέπει να πληροί τρία κριτήρια: την ικανότητα να αναπτύσσει τους μαθητές/ήτριες ακαδημαϊκά, την προθυμία να καλλιεργήσει και να υποστηρίξει την πολιτισμική επάρκεια, και την ανάπτυξη μιας κοινωνικοπολιτικής ή κριτικής συνείδησης (Brown & Joyce, 2023: σ.4).

Επομένως, το ζήτημα της εξέτασης του πολιτισμικού – κοινωνικού υπόβαθρου των μαθητών/ριών δεν αφορά μόνο ένα πολυπολιτισμικό πλαίσιο μάθησης. Αφορά μία αλλαγή της οπτικής του/της εκπαιδευτικού και κατ' επέκταση των μαθητών/ριών όπου θα πρέπει να λαμβάνει υπόψιν του/της το «πού» για να μπορέσει να διαμορφώσει το «πώς». Ο/Η εκπαιδευτικός οφείλει να συνειδητοποιήσει ότι το περιεχόμενο και η δομή της εκπαίδευσης είναι διαφορετική ανάλογα με τον τόπο. Η μεθοδολογία των φυσικών επιστημών διασταυρώνεται πάντα με τη θεωρία, και η θεωρία είναι βαθιά συνδεδεμένη με τον τόπο (Barton, Upadhyay, 2010) κάτι το οποίο προκύπτει από την ίδια την ιστορία και φύση της επιστήμης, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, όταν αναλύθηκε η έννοια της τοπικότητας. Ορισμένες ιδέες αποτελούν τόσο πολύ μέρος της καθημερινής ζωής των μαθητών/ριών που χρησιμοποιούνται αυτόματα και ασυνείδητα. Όπως τονίζει ο Abelson (1986), κάποιες απόψεις είναι σαν "κτήματα": έχουν γίνει τόσο πολύ μέρος της άποψης του/της

μαθητή/ριας για τον εαυτό του/της και την αίσθηση της ταυτότητας του/της, ώστε, αν ποτέ εγκαταλειφθούν, θα είναι μόνο με τη μεγαλύτερη απροθυμία και μια έντονη αίσθηση απώλειας και δυσφορίας (Hodson, 1999: σ.780). Σύμφωνα με τον Bourdieu, η συνήθεια είναι ένα από τα βασικά στοιχεία του ανθρώπινου σώματος αλλά ορισμένα μόνο *habitus* αναγνωρίζονται ως πολιτισμικό κεφάλαιο από το σχολείο και ενισχύονται μέσω της ακαδημαϊκής επιτυχίας (Hodson, 1999). Για τους/τις μαθητές/ήτριες σχολικής ηλικίας, οι κύριες κοινωνικές ομάδες της οικογένειας, της ομάδας των συνομηλίκων, και το σχολείο δημιουργούν ξεχωριστούς «κοινωνικούς κόσμους» που μπορεί να έχουν ή να μην έχουν κοινές πολιτισμικές γνώσεις (Hodson, 1999).

Κατά συνέπεια, ο τρόπος με τον οποίο οι άνθρωποι αλληλοεπιδρούν με τον φυσικό κόσμο και ανταποκρίνονται στην επιστήμη διαφοροποιείται σημαντικά από τόπο σε τόπο. Φέρνοντας τη σκέψη στα ελληνικά δεδομένα και αντλώντας παραδείγματα από αυτά, ο/η εκπαιδευτικός μια τάξης φυσικών επιστημών σε πολλές περιπτώσεις οφείλει να χρησιμοποιήσει διαφορετικά παραδείγματα και σημεία αναφοράς, να αναθέτει διαφορετικές ερευνητικές εργασίες κλπ, εάν π.χ. διδάσκει σε ένα σχολείο της Αθήνας και διαφορετικά σε ένα σχολείο σε μια επαρχία της Ελλάδας. Επιπρόσθετα, διαφοροποιήσεις θα πρέπει να υπάρχουν λαμβάνοντας υπόψιν το στοιχείο της ταξικότητας καθώς ακόμη και μέσα σε ένα αστικό πλαίσιο υπάρχουν διαφοροποιήσεις ανάλογα με το αν διδάσκει σε μια αστική περιοχή ή σε πιο λαϊκές γειτονιές.

Έχει ενδιαφέρον να σχολιαστεί το ποια ερωτήματα εγείρονται στην προσπάθεια να ενταχτεί μια μελέτη περίπτωσης σε ένα παγκόσμιο πλαίσιο και ποια είναι αυτά τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που διαφοροποιούν τις συνθήκες και κατ' επέκταση τις ανάγκες αλλά και την παραγωγή γνώσης των μαθητών και των μαθητριών. Επομένως, σε ένα επόμενο επίπεδο εφαρμογής της κριτικής παιδαγωγικής θα πρέπει να έχουν μελετηθεί τα συγκεκριμένα στοιχεία ώστε να μπορέσει να υπάρξει και η αντίστοιχη επιτυχία του εγχειρήματος. Με λίγα λόγια δεν υπάρχει μία «ξεκάθαρη συνταγή» την οποία μπορεί πάντοτε να αξιοποιήσει ο/η εκάστοτε εκπαιδευτικός σε οποιαδήποτε πολιτισμικό πλαίσιο βρίσκεται.

Αν χρησιμοποιηθεί ως παράδειγμα η περίπτωση του χωριού Madhya Pradesh της Ινδίας, κάποια από τα ζητήματα που θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν είναι τα εξής (Basu, 2008):

- Τι σημαίνει το όριο της φτώχειας στην Ινδία σε σύγκριση με τις στατιστικές για τη φτώχεια που αναφέρονται για άλλα έθνη και συζητούνται ευρέως στη βιβλιογραφία για την επιστημονική εκπαίδευση (Basu, 2008);
- Όλες οι οικογένειες στο χωριό στέλνουν τους μαθητές/ήτριες τους στο δημόσιο σχολείο; Το σχολείο αποτελείται κυρίως από μαθητές/ήτριες οικογενειών που βρίσκονται κάτω από το όριο της φτώχειας (Basu, 2008);
- Υπάρχουν ζητήματα κάστας, φύλου, κρατικής και ομοσπονδιακής χρηματοδότησης και μαθησιακής ικανότητας που θα συμπλήρωναν τις περιγραφές των μαθητών που συμμετέχουν στην τάξη (Basu, 2008);
- Με ποιους τρόπους το σχολείο της μελέτης είναι αντιπροσωπευτικό δείγμα των κρατικών σχολείων σε μεγάλο μέρος της αγροτικής Ινδίας; Με ποιους τρόπους δεν είναι (Basu, 2008);
- Για παράδειγμα, πολλοί από τους/τις μαθητές/ήτριες περιγράφονται ως «αρκετά απασχολημένοι/ες» ή ως «παραγωγικά μέλη» της τοπικής οικονομίας του χωριού. Σε αυτό το σημείο υπεισέρχεται το ζήτημα του ήδη υπάρχοντος «γνωστικού κεφαλαίου» που αναδεικνύει τη βαθιά κοινοτική γνώση, την οποία αντλούν οι μαθητές/ήτριες από μειονοτικά περιβάλλοντα, η οποία συχνά δεν αναγνωρίζεται στα σχολεία (Basu, 2008). Πώς θα μπορούσε λοιπόν η ήδη προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών/ριών, όπως προκύπτει από την καθημερινότητά τους και από τις δύσκολες συνθήκες διαβίωσής τους να αξιοποιηθεί σε ένα μάθημα φυσικών επιστημών;

Μια άλλη σημαντική παράμετρος αφορά τις αυτόχθονες μεθόδους μάθησης, οι οποίες σε πολλές περιπτώσεις απουσιάζουν από το εκπαιδευτικό σύστημα της εκάστοτε περιοχής, με αποτέλεσμα η μάθηση να γίνεται αφηρημένη και αποξενωμένη από τους τόπους που οι μαθητές/ήτριες γνωρίζουν (Ajaps, Mbah 2022). Σε έρευνα που διετέλεσαν οι Ajaps και Mbah (2022) για το εκπαιδευτικό σύστημα της Νιγηρίας η οποία βρίσκεται στη δυτική ακτή της Αφρικής με εκτιμώμενο πληθυσμό 211 εκατομμυρίων το 2021, φάνηκε ότι υπάρχουν πάνω από 250 αυτόχθονες ομάδες και κάθε ομάδα έχει αρκετές διαλέκτους της τοπικής τους γλώσσας (Ajaps, Mbah 2022). Η επίσημη γλώσσα είναι η αγγλική και στην οικονομία της χώρας κυριαρχεί το πετρέλαιο και τα ορυχεία (Ajaps, Mbah 2022). Η Νιγηρία κατατάσσεται στην 161η θέση μεταξύ 189 χωρών στον δείκτη ανθρώπινης ανάπτυξης, ο οποίος μετρά τη μέση επίδοση σε ένα βασικό επίπεδο διαβίωσης και γνώσεων που κατατάσσει τη χώρα στην κατηγορία της χαμηλής ανθρώπινης ανάπτυξης (Ajaps,

Mbah 2022). Παρά την απόκτηση ανεξαρτησίας από το 1960, το εκπαιδευτικό σύστημα της Νιγηρίας εξακολουθεί να είναι σε μεγάλο βαθμό επηρεασμένο από τις βρετανικές εκπαιδευτικές πολιτικές κατά τη διάρκεια της αποικιοκρατίας (Ajaps, Mbah 2022). Αυτό καθιστά τη Νιγηρία ιδανικό περιβάλλον για μια υποδειγματική διερεύνηση των διαδρομών για μια κριτική παιδαγωγική του τύπου που στοχεύει στον μετασχηματισμό της εκπαίδευσης ώστε να αντανάκλα τις προσδοκίες των ανθρώπων και των τόπων της (Ajaps, Mbah 2022). Συνεχίζουν αναφέροντας ένα πολύ χαρακτηριστικό παράδειγμα, το οποίο είναι ότι τα νιγηριανά παιδιά μαθαίνουν την αλφάβητα χρησιμοποιώντας το "A for Apple", το οποίο για τους/τις μαθητές/ήτριες της Νιγηρίας είναι ένα εξωτικό φρούτο που πολλοί δεν γνωρίζουν, κάτι που ισχύει για πολλά από τα ουσιαστικά που συνδέονται με τα υπόλοιπα γράμματα (Ajaps, Mbah 2022). Όπως σημειώνουν οι Ajepe και Ademowo (2016), οι τοπικές γλώσσες απαγορεύονται επίσης σε πολλά σχολεία και σπίτια, υπέρ της κυρίαρχης αγγλικής γλώσσας (Ajaps, Mbah 2022). Για παράδειγμα, το Πρόγραμμα Σπουδών Γεωγραφίας της Νιγηρίας για την τελευταία τάξη της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, τις τέσσερις πρώτες εβδομάδες επικεντρώνεται σε περιβαλλοντικούς κινδύνους και χαρακτηριστικά που δεν επηρεάζουν τη Νιγηρία, όπως οι σεισμοί, η ηφαιστειότητα και η καρστική τοπογραφία (Ajaps, Mbah 2022). Αυτή η εστίαση δεν δίνεται στα μείζονα περιβαλλοντικά προβλήματα της Νιγηρίας, όπως η ρύπανση (αέρα, εδάφους και νερού) και η ξηρασία - που δεν αναφέρονται καθόλου στο πρόγραμμα σπουδών- ή οι πλημμύρες και η διάβρωση - που αναφέρονται εν συντομία μόνο τη δεύτερη εβδομάδα του προτελευταίου έτους της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Ajaps, Mbah 2022). Μπορεί κανείς να θέσει το εξής ερώτημα: Προετοιμάζονται αυτοί/ές οι μαθητές/ήτριες να μετριάσουν ή να προσαρμοστούν σε μακρινά περιβαλλοντικά προβλήματα, ενώ παραβλέπουν τα τοπικά προβλήματα που τους επηρεάζουν πραγματικά; Η ανάλυση των δεδομένων από τις συνεντεύξεις παρήγαγε δύο σημαντικά ευρήματα - την αποκομμένη από τον τόπο φύση της εκπαίδευσης και την αναγκαιότητα για μια κριτική παιδαγωγική του τύπου (Ajaps, Mbah 2022).

Κλείνοντας το παρόν κεφάλαιο και παρόλη την επιτακτική ανάγκη για μια κοινωνική παιδαγωγική του τύπου και μια πιο πλουραλιστική προσέγγιση της εκπαίδευσης, θα πρέπει να αναφερθεί ένας δεύτερος κίνδυνος που ενέχεται στη συνεχή ανάδειξη της πολυφωνίας στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών. Ο κίνδυνος αυτός έγκειται σε αυτό ακριβώς που αναφέρει η Harding (1998) λέγοντας πως επειδή μια άποψη διατυπώνεται από τη θέση του/της καταπιεσμένου/ης δε σημαίνει απαραίτητα ότι είναι η καλύτερη θέση (Barton,

2001). Ο Freire (1978) χρησιμοποίησε τον όρο «βασισμός» (basism) για να το περιγράψει αυτό (Barton, 2001). Με άλλα λόγια, η συνείδηση δεν καθορίζεται μόνο από την κοινωνική θέση, αλλά επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από αυτήν (Barton, 2001). Το γεγονός ότι κάποιος καταπιέζεται δεν σημαίνει ότι οι δηλώσεις ή οι απόψεις του εξαιρούνται από τον κριτικό έλεγχο (Barton, 2001). Άλλωστε όπως υπογραμμίζουν οι Nasir και Hand (2006), *θα πρέπει να είμαστε προσεκτικοί στο να μην υπερεκτιμήσουμε μια συγκεκριμένη εμπειρία μιας περιθωριοποιημένης ομάδας ως ενδεικτική της εμπειρίας των ομάδων παγκοσμίως* (Basu, 2008: σ.861).

Στην επόμενη ενότητα θα διαφανεί η αντίθεση μεταξύ καθημερινής και επιστημονικής γλώσσας και πόσο διαφορετικά δομείται μία επιστημονική έννοια σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη στο μυαλό ενός παιδιού. Κεντρικός άξονας της ανάλυσης αυτής, όπως σημειώθηκε παραπάνω, θα αποτελέσει το έργο του Vygotsky «Σκέψη και Γλώσσα» και συγκεκριμένα το έκτο κεφάλαιο το οποίο ασχολείται ακριβώς με αυτό το ζήτημα. Εν συνεχεία, θα επισημανθούν οι κοινωνικοπολιτισμικές προεκτάσεις της γλώσσας και τι πρέπει να προσέξει στη χρήση της ένας/μία εκπαιδευτικός φυσικών επιστημών.

4.4. Επιστημονική και καθημερινή γλώσσα

Η επιστημονική εκπαίδευση, ειδικά τις τελευταίες δεκαετίες, έχει πραγματικά αναπτύξει τη δική της γλώσσα με μοναδικά λήμματα και γενικούς εκπαιδευτικούς όρους που πλαισιώνονται σε σχέση με τη εκπαίδευση και τη μάθηση των φυσικών επιστημών (McComas, 2014). Η επιστημονική γλώσσα είναι η ακριβής ορολογία που χρησιμοποιείται με τρόπους που αφορούν τον κλάδο ή το πεδίο από όσους γνωρίζουν ή εγγράφονται με ευχέρεια στον κλάδο αυτό (McComas, 2014). Οι καθηγητές/ήτριες φυσικών επιστημών πρέπει να γίνουν υποστηρικτές/ριες της εκμάθησης της ακαδημαϊκής γλώσσας καθώς οι μαθητές/ήτριες πλοηγούνται σε αυτούς τους νέους όρους, φράσεις, σύμβολα και πρότυπα λόγου ενώ εργάζονται για να αποκτήσουν επάρκεια στην κατανόηση του περιεχομένου (McComas, 2014).

Παρόλα αυτά η άνευ όρων χρήση της επιστημονικής ορολογίας σε μια τάξη φυσικών επιστημών μπορεί να έχει απρόβλεπτες και δυσάρεστες συνέπειες. Η έμφαση στη γλώσσα της επιστήμης και η επιμονή από πολύ μικρή ηλικία στην αποστήθιση επιστημονικών δυσνόητων ορισμών παίζει σημαντικό ρόλο στη «μυθοποίηση» της, αποκλείοντας τους

καθημερινούς τρόπους ομιλίας και γραφής, συμβάλλοντας στην προώθηση μιας ιδεολογίας αυθεντίας σχετικά με την επιστήμη και οδηγώντας τους/τις μαθητές/ήτριες να πιστεύουν ότι η επιστήμη δεν είναι για όλους/όλες (Hodson,1999). Αντίθετα, το πιο οικείο λεξιλόγιο βοηθά τους/τις μαθητές/ήτριες να δουν τη σχέση μεταξύ επιστήμης και πραγματικού κόσμου και να εκτιμήσουν πώς η επιστημονική γνώση συμπληρώνει την καθημερινή, κοινή γνώση (Hodson,1999).

Αυτό που απαιτείται από τους/τις εκπαιδευτικούς είναι να εξετάσουν το πρόγραμμα σπουδών και τους πόρους για την ακαδημαϊκή γλώσσα, να ενσωματώσουν στρατηγικές γραμματισμού στα μαθήματα και να παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές/ήτριες να εξασκούν την ακαδημαϊκή τους γλωσσική ευχέρεια μέσω της ακρόασης, της ανάγνωσης, της γραφής και της ομιλίας (McComas, 2014) και κατ' επέκταση την αξιοποίηση της σε συζητήσεις, σε ερευνητικές επιστημονικές εργασίες και γενικότερα σε οποιαδήποτε σκόπιμη δραστηριότητα στο πλαίσιο του μαθήματος φυσικών επιστημών. Επιπλέον, όπως υπογραμμίζει η Milne (1998) οι μαθητές/ήτριες χρειάζονται έκθεση σε ένα πολύ ευρύτερο φάσμα γραπτού επιστημονικού υλικού πέρα από τα σχολικά τους εγχειρίδια, και ιδίως σε αυθεντικές αφηγήσεις των επιστημονικών προσπαθειών που παρουσιάζονται σε μορφή φιλική προς τον/την αναγνώστη/ρια (Hodson,1999). Έτσι, καθώς οι μαθητές/ήτριες χρησιμοποιούν την ακαδημαϊκή γλώσσα των επιστημών τόσο με παραγωγικό όσο και με προσληπτικό τρόπο, η ευχέρεια θα αυξηθεί καθώς θα προχωρούν προς την κατεύθυνση του επιστημονικού γραμματισμού και της δημόσιας κατανόησης της επιστήμης (McComas, 2014). Με το ζήτημα των επιστημονικών εννοιών ασχολείται ιδιαίτερα ο πρωτοπόρος στον τομέα της ψυχολογίας και της παιδαγωγικής Lev Vygotsky (1993) στο έργο του *Σκέψη και Γλώσσα* που εκδόθηκε το 1934 και συγκεκριμένα στο έκτο κεφάλαιο *Έρευνα της ανάπτυξης επιστημονικών εννοιών στην παιδική ηλικία*. Η ακόλουθη υποενότητα στοχεύει στην ανάλυση και ανάδειξη των βασικότερων σημείων του έργου αυτού το οποίο έβαλε τα θεμέλια στην επιστημονική συζήτηση για το πώς χτίζονται οι έννοιες και κατ' επέκταση οι επιστημονικές έννοιες στο μυαλό των παιδιών.

4.4.1. Οι επιστημονικές έννοιες στο έργο του L. Vygotsky

Ο Vygotsky λοιπόν, αρχικά έθεσε τα εξής ερωτήματα: πώς αναπτύσσονται οι επιστημονικές έννοιες σε ένα παιδί κατά τη σχολική εκπαίδευση; Ακολουθεί η διαδικασία της εσωτερικής εξέλιξης της έννοιας τη διαδικασία μάθησης όπως μία σκιά το αντικείμενο της (Vygotsky,1993); Σύμφωνα με τον Vygotsky (1993) η παιδική ψυχολογία της εποχής εκείνης λέει ότι σε αυτά τα ερωτήματα υπάρχουν μόνο δύο απαντήσεις (Howe, 1996). Η πρώτη και πιο παραδοσιακή, υποστηρίζει ότι οι επιστημονικές έννοιες δεν έχουν καμία δική τους εσωτερική ιστορία, ότι δεν διανύουν μία διαδικασία εξέλιξης στην κυριολεξία του όρου και ότι το παιδί τις δανείζεται από τη σκέψη των ενηλίκων, συνεπώς το πρόβλημα της ανάπτυξης των επιστημονικών εννοιών εξαντλείται εντελώς στο πρόβλημα της μετάδοσης επιστημονικών γνώσεων στο παιδί και στο πρόβλημα της οικειοποίησης των εννοιών από μέρους τους (Howe, 1996). Ωστόσο, ο ίδιος σχολιάζοντας την άποψη αυτή αναφέρει ότι από τις έρευνες του σχηματισμού των εννοιών είναι γνωστό ότι η έννοια δεν συνιστά μία ολότητα συνειρμικής σύνδεσης ούτε και αυτόματη διανοητική ικανότητα αλλά μία πολύπλοκη και γνήσια νοητική πράξη που δεν είναι οικειοποιήσιμη με την απλή αποστήθιση, αλλά απαιτεί απαραίτητα την ανύψωση της παιδικής σκέψης στην ανώτατη βαθμίδα κατά την εσωτερική της εξέλιξη ώστε να παραχθεί μία έννοια (Vygotsky,1993). Η έρευνα μάς διδάσκει ότι η έννοια, σε κάθε βαθμίδα της εξέλιξης της, αποτελεί από ψυχολογικής πλευράς μία πράξη γενίκευσης (Vygotsky,1993). Με λίγα λόγια οι έννοιες εξελίσσονται μεταβαίνοντας από τη μία δομή γενίκευσης στην άλλη, τη στιγμή όπου για πρώτη φορά το παιδί οικειοποιείται μία καινούργια λέξη συνδεδεμένη με μία ορισμένη σημασία, η λέξη δεν βρίσκεται στο τέλος αλλά στην αρχή της εξέλιξης της (Vygotsky,1993). Αυτή η διαδικασία εξέλιξης των εννοιών ή των σημασιών των λέξεων απαιτεί την ανάπτυξη μιας ολόκληρης σειράς λειτουργιών όπως της εκούσιας προσοχής, της λογικής μνήμης, της αφαίρεσης, της σύγκρισης και της διαφοροποίησης (Vygotsky,1993). Πολλές φορές το εκάστοτε εκπαιδευτικό σύστημα ή ο/η εκάστοτε εκπαιδευτικός κατορθώνει μία κενή οικειοποίηση λέξεων που σημαίνει ότι το παιδί δεν προσλαμβάνει έννοιες αλλά λέξεις και είναι ανίκανο για οποιαδήποτε προσπάθεια έλλογης εφαρμογής τους (Vygotsky,1993). Με λίγα λόγια αντί της ζωντανής γνώσης παρέχει νεκρά και κενά λεκτικά σχήματα (Vygotsky,1993). Δανειζόμενος τα λόγια του Τολστόι χρησιμοποιεί ένα πολύ πετυχημένο παράδειγμα λέγοντας: *«Είμαι πεπεισμένος ότι το να μεταδώσεις στο παιδί συνειδητά καινούργιες έννοιες και μορφές λέξεων είναι το ίδιο αδύνατο*

και άσκοπο, όπως το να το μάθεις να περπατά σύμφωνα με τους νόμους της ισορροπίας» (Vygotsky,1993: σ.217).

Η δεύτερη απάντηση στα παραπάνω ερωτήματα τονίζει ότι η εξέλιξη των επιστημονικών εννοιών στον/ην μαθητή/ρια δεν διαφέρει ουσιαστικά από την εξέλιξη όλων των υπολοίπων εννοιών που μορφοποιούνται κατά την απόκτηση της οικείας εμπειρίας του παιδιού και ότι συνεπώς δεν είναι βάσιμος ένας χωρισμός των δύο διαδικασιών (Vygotsky,1993). Αναπτύσσονται δηλαδή αυθόρμητα με τον τρόπο με τον οποίο αναπτύσσονται και οι αυθόρμητες έννοιες, δηλαδή οικοδομούνται από το ίδιο το παιδί (Vygotsky,1993). Στην εκδοχή αυτή ο Vygotsky, ουσιαστικά ασκεί κριτική στον Piaget, ο οποίος υποστήριζε ότι η πρώτη και καθοριστική διαφορά των αυθόρμητων εννοιών από τις μη αυθόρμητες (ιδιαίτερα από τις επιστημονικές) συνίσταται στο ότι αυτές παρουσιάζονται έξω από ένα σύστημα (Howe, 1996).

Σύμφωνα πάντα με τον Vygotsky, ένας πολύ σαφής διαχωρισμός που υφίσταται είναι μεταξύ των καθημερινών και των επιστημονικών εννοιών (Vygotsky,1993). Τι είναι λοιπόν αυτό που διαφοροποιεί τις δύο έννοιες; Σύμφωνα με τον ίδιο (1993) ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά των καθημερινών εννοιών είναι η έλλειψη συνειδητότητας τους δηλαδή το παιδί μπορεί να είναι σε θέση να κάνει μία σειρά λογικών πράξεων αλλά, όταν καλείται να τις επιτελέσει εκούσια ή σκόπιμα, αδυνατεί (Vygotsky,1993). Στο *Σκέψη και Γλώσσα* (1993) πάνω στο συγκεκριμένο θέμα εντοπίζουμε ένα πολύ ωραίο παράδειγμα παρμένο μέσα από την έρευνα του:

Παιδιά ρωτούνται πώς πρέπει να συμπληρώσουν την ακόλουθη φράση: “αυτός ο άνθρωπος έπεσε από το ποδήλατο, επειδή...”. αυτό δεν το κατορθώνουν ακόμη εφτάχρονα παιδιά. Παιδιά αυτής της ηλικίας συμπληρώνουν συχνά τη φράση ως εξής: “ έπεσε από το ποδήλατό του, επειδή έπεσε, και μετά πονούσε πολύ” ή “ ο άνθρωπος έπεσε από το ποδήλατό του επειδή ήταν άρρωστος, για αυτό τον ανασήκωσε κάποιος από το δρόμο” ή “ επειδή έσπασε το χέρι του, επειδή έσπασε το πόδι του” (Vygotsky, 1993: σ.238-239).

Εξάγεται λοιπόν το συμπέρασμα ότι ένα παιδί αυτής της ηλικίας είναι ανίκανο να αποκαταστήσει σκόπιμα μία αιτιακή σχέση, ενώ στην αυθόρμητη εκούσια γλώσσα χρησιμοποιεί την λέξη “επειδή” εντελώς σωστά, έλλογα και ταιριαστά (Vygotsky, 1993). ο Vygotsky περιγράφει τα φαινόμενα αυτά της παιδικής σκέψης ως έλλειψη

συνειδητότητας και σκοπιμότητας και ότι πρόκειται για αυθόρμητη εφαρμογή της (Vygotsky, 1993).

Η συνειδητοποίηση μίας έννοιας επέρχεται σταδιακά έπειτα από τη γενίκευση, επιτελώντας τις ίδιες ψυχικές διαδικασίες που οδηγούν στην κυρίαρχη σύλληψη (Vygotsky, 1993). Η γενίκευση σημαίνει παράλληλα μία συνειδητοποίηση και συστηματοποίηση των εννοιών (Vygotsky, 1993). Θεωρεί ότι η έννοια μπορεί να είναι συνειδητή και εκούσια μόνο μέσα σε ένα σύστημα (Vygotsky, 1993). Συνεχίζει λέγοντας ότι η εξάρτηση των επιστημονικών εννοιών από τις αυθόρμητες απορρέει από την ιδιάζουσα σχέση της επιστημονικής έννοιας προς το αντικείμενο, η οποία χαρακτηρίζεται από το ότι μεταδίδεται μέσω μιας άλλης έννοιας και συνεπώς περιέχει ταυτόχρονα τη σχέση προς το αντικείμενο και τη σχέση με μία άλλη έννοια, δηλαδή τα πρώτα στοιχεία ενός εννοιολογικού συστήματος (Vygotsky, 1993). Συνεπώς, η επιστημονική έννοια προϋποθέτει μία συγκεκριμένη θέση μέσα στο εννοιολογικό σύστημα, η οποία καθορίζει τη σχέση της με τις άλλες έννοιες. Η ουσία κάθε επιστημονικής έννοιας έχει οριστεί οξυδερκέστατα από τον Μαρξ, ο οποίος υποστήριζε ότι εάν συνέπιπταν απευθείας οι φαινομενικές μορφές και η ουσία των πραγμάτων τότε θα ήταν περιττή κάθε επιστήμη (Vygotsky, 1993). Έτσι, κάθε έννοια πρέπει να κατανοηθεί μαζί με ολόκληρο το σύστημα των σχέσεων της κοινότητας (Vygotsky, 1993). Κατ' επέκταση καθίσταται σαφές, ότι ο διαχωρισμός αυθόρμητων και μη αυθόρμητων παιδικών εννοιών συμπίπτει με τη διάκριση των εμπειρικών και των επιστημονικών εννοιών (Vygotsky, 1993).

Στο σημείο αυτό ο Vygotsky (1993) εισάγει «τον νόμο της μετάθεσης» (Vygotsky, 1993: σ.240), στην προσπάθειά του να απαντήσει στο πώς τελικά ένα παιδί επιτυγχάνει τη συνειδητή και εκούσια επίγνωση, εξηγώντας ότι η συνειδητοποίηση κάποιας ενέργειας σημαίνει την μεταβίβαση της από το επίπεδο της πράξης στο επίπεδο της γλώσσας δηλαδή την αναπαραγωγή της στη φαντασία για να μπορέσει να εκφραστεί με λέξεις (Vygotsky, 1993). Η συνειδητοποίηση αυτή επέρχεται σταδιακά μέσω της διαδικασίας οικειοποίησης των επιστημονικών εννοιών (Vygotsky, 1993). Επομένως, κατά κάποιον τρόπο η συνειδητοποίηση μπαίνει από την πύλη των επιστημονικών εννοιών (Vygotsky, 1993: σ.255). Οι επιστημονικές έννοιες προβάλλονται ως αποτέλεσμα μίας σειράς νοητικών ενεργειών προσδιορισμού των γνωρισμάτων ενός ή περισσότερων αντικειμένων (Δαφέρμος, 2002). Σύμφωνα με τον Vygotsky, είναι σημαντική η αλληλεπίδραση ανάμεσα στις επιστημονικές και στις αυθόρμητες (καθημερινές) έννοιες καθώς οι πρώτες απαιτούν

την ύπαρξη των δεύτερων και αντίστοιχα οι καθημερινές βελτιώνονται μέσω των επιστημονικών, αφού μόνο έτσι αρχίζουν και χρησιμοποιούνται συνειδητά (Howe, 1996).

Ο Vygotsky (1993) εμβαθύνοντας την έρευνα του, διαπιστώνει ότι στην ουσία τα προβλήματα των μη αυθόρμητων και ιδιαίτερα των επιστημονικών εννοιών είναι πρόβλημα της εκπαίδευσης και της εξέλιξης, γιατί οι αυθόρμητες έννοιες μόνο μέσα στη εκπαίδευση κάνουν δυνατή τη γένεση και την ανάπτυξή τους (Vygotsky, 1993). Συγχρόνως, η μάθηση κατανοείται ως μία καθαρά εξωτερική εκμετάλλευση των δυνατοτήτων που δημιουργούνται μέσα στην εξέλιξη (Vygotsky, 1993). Συμπεριφέρεται προς την εξέλιξη όπως η κατανάλωση προς την παραγωγή (Vygotsky, 1993). Τρέφεται από τα προϊόντα της εξέλιξης και τα εκμεταλλεύεται, καταναλώνοντας τα (Vygotsky, 1993). Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται η μονομερής εξάρτηση ανάμεσα στην εξέλιξη και στη μάθηση (Vygotsky, 1993). Η εκπαίδευση εξαρτάται από την εξέλιξη αλλά η εξέλιξη δεν αλλάζει κάτω από την επίδραση της μάθησης (Vygotsky, 1993). Κάθε γνώση έχει ως απαραίτητη προϋπόθεση την ύπαρξη ενός ορισμένου βαθμού ωρίμανσης συγκεκριμένων ψυχολογικών λειτουργιών (Vygotsky, 1993). Συνεπώς η ανάλυση της μάθησης περιορίζεται στην εξακρίβωση του ποιες λειτουργίες και ποιος βαθμός ωρίμανσης είναι αναγκαίος για να γίνει δυνατή η μάθηση (Vygotsky, 1993). Ουσιαστικά, ο Vygotsky (1993) υποστηρίζει ότι *η εξέλιξη δημιουργεί την δυνατότητα και η μάθηση την πραγματοποιεί* (Vygotsky, 1993: σ.262). Η μάθηση που οργανώνεται σωστά, κατά τον Vygotsky, καταλήγει σε νοητική ανάπτυξη και βάζει σε κίνηση μια ποικιλία αναπτυξιακών διεργασιών που θα ήταν αδύνατη χωρίς τη μάθηση (η μάθηση μετατρέπεται σε ανάπτυξη) (Howe, 1996).

Το σημείο εκείνο, που ο Vygotsky (1993) θεωρεί το σημαντικότερο της συγκριτικής ανάλυσης των επιστημονικών και των καθημερινών εννοιών του/της μαθητή/ήτριας, είναι το ότι μέσω των ερευνών του συμπέρανε ότι η εξέλιξη των επιστημονικών εννοιών ακολουθεί ένα δρόμο που αντιτίθεται σε αυτόν της εξέλιξης της αυθόρμητης έννοιας του παιδιού (Δαφέρμος, 2002). Θεωρεί δηλαδή ότι οι αυθόρμητες έννοιες του παιδιού αναπτύσσονται από κάτω προς τα πάνω, από τις στοιχειωδέστερες και κατώτερες προς τις ανώτερες ιδιότητες, ενώ οι επιστημονικές έννοιες αντίθετα από πάνω προς τα κάτω, από τις πολυπλοκότερες και ανώτερες προς τις κατώτερες ιδιότητες (Δαφέρμος, 2002). Ωστόσο αυτές οι δύο διαδικασίες συνδέονται μεταξύ τους εσωτερικά και πολύ σταθερά (Δαφέρμος, 2002). Για τον Vygotsky (1993), η δύναμη των επιστημονικών εννοιών φανερώνεται στην περιοχή των ανωτέρων ιδιοτήτων, δηλαδή της συνειδητής επίγνωσης και της εκουσιότητας

(Δαφέρμος, 2002). Ακριβώς εδώ φανερώνουν την αδυναμία τους οι καθημερινές έννοιες του παιδιού που είναι ισχυρές στην αυθόρμητη και περιστασιακά συνειδητοποιημένη εφαρμογή τους στη σφαίρα της εμπειρίας και της πείρας (Δαφέρμος, 2002). Η συνάφεια λοιπόν ανάμεσα στην ανάπτυξη αυτών των δύο γραμμών που εξελίσσονται σε αντιθετική κατεύθυνση, φανερώνει ολοκάθαρα την πραγματική της φύση: είναι η συνάφεια ανάμεσα στη Ζώνη Επικείμενης Ανάπτυξης (ό,τι κάνει σήμερα το παιδί με τον δάσκαλό του, θα μπορεί να το κάνει αύριο μόνο του) και στο σημερινό επίπεδο ανάπτυξης (Δαφέρμος, 2002). Η συνάφεια ανάμεσα στις δύο διαδικασίες και η μεγάλη επίδραση, που ασκούν μεταξύ τους αμοιβαία, είναι δυνατές εξαιτίας του ότι η εξέλιξη των δύο τούτων εννοιών ακολουθεί διαφορετικούς δρόμους (Δαφέρμος, 2002). Στο σημείο αυτό λοιπόν για να κάνει ακόμη πιο κατανοητή την άποψη του χρησιμοποιεί την εξής αναλογία. Παραλληλίζει τις αυθόρμητες και καθημερινές έννοιες ενός παιδιού με την μητρική του γλώσσα και τις επιστημονικές έννοιες με την εκμάθηση μιας ξένης γλώσσας, θέτοντας βέβαια κάποιους περιορισμούς στην αναλογία αυτή (Δαφέρμος, 2002). Υποστηρίζει ότι ένα παιδί για την κατανόηση μιας επιστημονικής έννοιας αλλά και για την εκμάθηση μιας ξένης γλώσσας ακολουθεί περίπου τις ίδιες νοητικές διεργασίες, καθώς και η εκμάθηση μιας ξένης γλώσσας ακολουθεί μία κατεύθυνση από πάνω προς τα κάτω (Δαφέρμος, 2002). Αντίστοιχα και η ανάπτυξη της μητρικής γλώσσας πηγαίνει από κάτω προς τα πάνω, τονίζοντας και πάλι τη διττή αμοιβαία εξάρτηση των δύο διαδικασιών (Δαφέρμος, 2002). Οι αδύναμες πλευρές της μητρικής γλώσσας είναι ακριβώς οι ισχυρές της ξένης και το αντίστροφο (Δαφέρμος, 2002). Το παιδί είναι σε θέση να μάθει μία ξένη γλώσσα, όταν ήδη κατέχει ένα σύστημα σημασιών στη μητρική γλώσσα και το μεταφέρει σε μια άλλη γλώσσα (Δαφέρμος, 2002). Συγχρόνως η ξένη γλώσσα του δίνει τη δυνατότητα να γενικεύσει τα φαινόμενα της μητρικής γλώσσας ώστε να συνειδητοποιήσει τις δικές του γλωσσικές πράξεις και να τις κατέχει (Δαφέρμος, 2002). Σύμφωνα με τον ίδιο, υπάρχουν μόνο δύο δρόμοι για να ερμηνεύσουμε τις σχέσεις ανάμεσα στην εξέλιξη της προφορικής και της γραπτής γλώσσας, της μητρικής και της ξένης γλώσσας, της λογικής πράξης και της λογικής σκέψης (Δαφέρμος, 2002). Ο ένας δρόμος είναι ο νόμος της μετατόπισης ή της μετάθεσης, ο νόμος της αναπαραγωγής προγενέστερα διανυμένων εξελικτικών διαδικασιών, ο οποίος συνδέεται με την επάνοδο της εξέλιξης των κυρίων μεταπτώσεων μιας προγενέστερης εξέλιξης σε ένα ανώτερο επίπεδο (Δαφέρμος, 2002). Αυτός ο δρόμος ακολουθήθηκε επανειλημμένα στην ψυχολογία και στηρίχτηκε από τον Piaget (Δαφέρμος, 2002). Ο άλλος δρόμος, ο οποίος είναι και αυτός που προτείνει ο ίδιος, είναι η Ζώνη Επικείμενης Ανάπτυξης (Δαφέρμος, 2002).

Ένα άλλο στοιχείο, σχετικό με τις αναλογίες που προαναφέραμε, είναι ότι ξένη γλώσσα, όπως και η επιστημονική έννοια, δεν βρίσκονται με το αντικείμενό τους σε μία απευθείας σχέση αλλά σε μία σχέση διαμεσολαβημένη μέσω προγενέστερα διαμορφωμένων εννοιών (Δαφέρμος, 2002). Η καθημερινή έννοια, τοποθετημένη ανάμεσα στην επιστημονική έννοια και στο αντικείμενό της, αποκτά ολόκληρη σειρά καινούριων σχέσεων με άλλες έννοιες και μεταμορφώνεται η ίδια ως προς τη σχέση της με το αντικείμενο (Δαφέρμος, 2002). Η φύση της κάθε έννοιας προϋποθέτει, όπως προαναφέρθηκε, την ύπαρξη ενός ορισμένου εννοιολογικού συστήματος έξω από το οποίο δεν μπορεί να υπάρξει. Κάθε λέξη προσδιορίζει τη δυνατή ισοδυναμία των εννοιών της περιοχής της π.χ. ακούγοντας τη λέξη θηλαστικό βιώνουμε τα εξής: βρίσκμαστε σε ένα ορισμένο σημείο με ένα ορισμένο γεωγραφικό μήκος και πλάτος έχουμε πάρει μία ορισμένη θέση για τη σκέψη μας (Vygotsky, 1993). Έτσι θα λέγαμε ότι στη συνείδηση, κάθε έννοια παρίσταται ως μία φιγούρα (Δαφέρμος, 2002). Άρα η ολότητα των δυνατών νοητικών πράξεων με την δοσμένη έννοια προσδιορίζεται από λειτουργικής πλευράς από το βαθμό της γενικότητας (Vygotsky, 1993). Ο Vygotsky αναζητώντας μία ένδειξη για να φωτίσει την τομή της γενίκευσης στις εμπράγματα σημασίες των παιδικών λέξεων και μαζί τη δυνατότητα της μετάβασης από τις πειραματικές στις εμπράγματα έννοιες, διαπίστωσε ότι η συνάφεια ανάμεσα στη δομή της γενίκευσης και στις σχέσεις της γενικότητας είναι το κλειδί για τη λύση αυτού του ζητήματος (Δαφέρμος, 2002).

Επιπλέον, η έννοια του κινήτρου είναι κυρίαρχη στο έργο του Vygotsky. Υποστηρίζει ότι το κίνητρο προϋπάρχει πριν οποιασδήποτε πράξης και ειδικά στην περίπτωση της γλώσσας. Το παιδί αρχίζει να μιλάει γιατί έχει την ανάγκη να επικοινωνήσει. Το κίνητρο για την γραπτή γλώσσα είναι διαφορετικό. Είναι μια διαδικασία για την οποία πρέπει κατά κάποιο τρόπο να πειστεί πως είναι απαραίτητη. Κάνοντας άλλη μία αναλογία αναφέρει ότι το να γράψει ένα παιδί είναι τόσο πιο δύσκολο από το να μιλήσει, όσο πιο δύσκολη είναι η αριθμητική από την άλγεβρα (Vygotsky, 1993). Αυτή ακριβώς την αναγκαιότητα ύπαρξης κινήτρου πρέπει να εκμεταλλευτεί ένας/μία εκπαιδευτικός, αποδεικνύοντας στους/στις μαθητές/ήτριες του/της ότι η κατανόηση και χρήση των εννοιών και των γνώσεων των φυσικών επιστημών, αποτελεί ένα απαραίτητο εργαλείο για την κατανόηση του κόσμου γύρω τους σε επιστημονικό αλλά και κοινωνικό επίπεδο. Αυτό βέβαια για να επιτευχθεί απαιτείται η ένταξη των γνώσεων αυτών στο εννοιολογικό τους σύστημα κατά προτίμηση μέσω της ZEA. Διαφορετικά, θα είναι ανούσιες εργαστηριακές γνώσεις.

Εφόσον, έγινε κατανοητός ο κυρίαρχος ρόλος της γλώσσας στη διαμόρφωση του εννοιολογικού συστήματος των παιδιών, στο σημείο αυτό, πρέπει να αναφερθεί ότι στις πραγματιστικές προσεγγίσεις όπως του Dewey (1998) αλλά και στις κοινωνικοπολιτισμικές προσεγγίσεις όπως του Vygotsky (1978), η γλώσσα θεωρείται μια δραστηριότητα που παράγεται από κοινωνικές σχέσεις και όχι ως ένα απλό σύστημα δομών που μας δίνει ένα σύνολο δεξιοτήτων και στην τάξη των φυσικών επιστημών αυτό μπορεί επίσης να εξεταστεί μέσα από τον φακό της διαγλωσσικής προσέγγισης που θα αναλυθεί στην επόμενη υποενότητα (Charamba, 2020) μαζί με το ποια είναι τα χαρακτηριστικά εκείνα που καθιστούν τη γλώσσα φορέα κοινωνικοπολιτισμικών στοιχείων.

4.4.2. Η γλώσσα ως φορέας κοινωνικοπολιτισμικών χαρακτηριστικών

Δεδομένης της κοινωνικοπολιτισμικής θέσης της γλώσσας και του κοινωνικοπολιτικού φορτίου που τη συνοδεύει δεν μπορεί να υποστηριχτεί ότι οι φυσικές επιστήμες συμμετέχουν στο κοινωνικό γίνεσθαι ως μια «ουδέτερη» γλώσσα. Αντιθέτως, γίνονται εκφραστές ενός αξιακού συστήματος, επικυρώνοντάς το επιστημονικά (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019). Έτσι, εγείρονται σημαντικά ζητήματα εξουσίας (Hodson, 1999). Η γλώσσα στο μάθημα των φυσικών επιστημών δεν είναι ξεχωριστή από την επιστήμη που περιγράφει. Ακριβώς όπως η επιστήμη, έτσι και η επιστημονική γλώσσα έχει κατασκευαστεί στο πλαίσιο μιας θετικιστικής κοσμοθεωρίας και μέσω της μηχανιστικής θεώρησης της φύσης που αναπτύχθηκε παράλληλα με τη βιομηχανική επανάσταση και την ανάπτυξη του καπιταλισμού στον δυτικό κόσμο, ενσωματώνει σχέσεις εξουσίας που εκδηλώνονται μέσω διχοτομήσεων (Barton, 1997). Όταν τα είδη λόγου και τα ερμηνευτικά πλαίσια των «εκπαιδευτικά μειονεκτούντων» αγνοούνται ή απορρίπτονται συγκεκριμένα ως κατώτερα, η σχολική επιστήμη εμπλέκεται σε μια συνεχή καταστολή των ευκαιριών και τη διαίωνιση των προνομίων (Hodson, 1999). Η φεμινιστική απελευθερωτική εκπαίδευση τονίζει την ανάγκη για τη δημιουργία μιας νέας γλώσσας της επιστήμης βασισμένη στις εμπειρίες και τις πεποιθήσεις εκείνων που έχουν περιθωριοποιηθεί προωθώντας την απελευθερωτική εκπαίδευση στις επιστήμες (Barton, 1997). Ωστόσο, ο κίνδυνος που εμπεριέχεται στο εγχείρημα δημιουργίας μίας νέας επιστημονικής γλώσσας, ίσως να είναι η δυσκολία γενίκευσης και διαμόρφωσης πλαισίων του επιστημονικού λόγου και της επιστημονικής πρακτικής (Barton, 1997). Μια πιο ασφαλής προσέγγιση του θέματος θα

ήταν οι μαθητές/ήτρίες και οι εκπαιδευτικοί να αρχίσουν να διερευνούν τις πολυπλοκότητες που προκύπτουν από την ποικιλομορφία των μαθητών/ριών που δίνουν νόημα σε έναν απεριόριστο, φυσικό κόσμο μέσω μιας περιορισμένης επιστήμης και πώς ως γενικεύσιμο υποκείμενο αντιπροσωπεύει το σύνολο της ανθρώπινης εμπειρίας (Barton, 1997). Ένας βασικός στόχος μιας κριτικής εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες είναι η συνειδητοποίηση της «συμβολικής βίας» -όπως αναφέρει ο Bourdieu (1992)- που ασκείται μέσω της γλώσσας των φυσικών επιστημών υπό τη μορφή «αυθαίρετης» επιβολής «σημασιών», δηλαδή αντιλήψεων, ερμηνειών, αρχών και αξιολογήσεων (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2019: σ.189).

Τα τελευταία χρόνια έχει διεξαχθεί ένα ευρύ φάσμα ερευνών, όπως αυτές των Jakobsson και Davidsson (2012), Ramirez και Ross (2019), Charamba (2019), Gee, (2015) (Charamba, 2020: σ.3), που αφορούν τη «διαγλωσσικότητα» (translanguaging) (Charamba, 2020: σ.1) και έχει αποδειχτεί ότι είναι ένα αποτελεσματικό παιδαγωγικό εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαδικασία εκπαίδευσης πολύγλωσσων μαθητών/ριών παγκοσμίως και πολυπολιτισμικά πλαίσια (Charamba, 2020). Η "διαγλωσσικότητα" κατασκευάστηκε ως μια σκόπιμη διαθεματική στρατηγική για την προγραμματισμένη και συστηματική χρήση δύο γλωσσών για τη εκπαίδευση και τη μάθηση στο ίδιο μάθημα (Conteh, 2018). Οι ίδιες μελέτες έδειξαν ότι η διαγλωσσική χρήση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να σπάσει η κοινή αντίληψη της μονόγλωσσης προκατάληψης για την εξάλειψη των δυσκολιών που προκαλεί στους πολύγλωσσους/ες μαθητές/ήτρίες (Charamba, 2020). Η θεωρία της διαγλωσσικοποίησης έχει παράγει γνώσεις σχετικά με τις πολλαπλές πρακτικές λόγου στις οποίες εμπλέκονται οι δίγλωσσοι προκειμένου να δώσουν νόημα στον δίγλωσσο κόσμο τους (Conteh, 2018). Σύμφωνα με τη θεωρία του Dewey (1998), αυτή η εμπειρία (της χρήσης πολλαπλών γλωσσών) δεν αποτελεί αναπαράσταση του εξωτερικού κόσμου και είναι κάτι περισσότερο από μια εσωτερική διαδικασία (Charamba, 2020).

Ο Dewey (1998) θεωρεί την αλληλεπίδραση μεταξύ του ατόμου και του περιβάλλοντος πλαισίου ως μια αδιαχώριστη μονάδα (Charamba, 2020). Σύμφωνα με την αρχή της συνέχειας του Dewey, η μάθηση είναι μια διαδικασία που συνδέεται στενά με τη δημιουργία νοήματος (Charamba, 2020). Η παραγωγή νοήματος περιλαμβάνει πάντα τη διαδικασία της μάθησης, η οποία με τη σειρά της ισοδυναμεί με την εγκαθίδρυση σχέσεων μεταξύ των άμεσων οντοτήτων των εμπειριών (Somerville & Faltis, 2019). Στην τάξη των

φυσικών επιστημών, αυτή η διαδικασία νοηματοδότησης πραγματοποιείται μέσω διαφόρων συζητήσεων (Somerville & Faltis, 2019). Οι μαθητές/ήτριοι των φυσικών επιστημών νοηματοδοτούν νέες καταστάσεις συσχετίζοντας τις προηγούμενες εμπειρίες τους και τον σκοπό της δραστηριότητας, μια διαδικασία που περιλαμβάνει τον αναστοχασμό σχετικά με τις συνέπειες των ενεργειών (Somerville & Faltis, 2019). Ο συνδυασμός δράσης και αναστοχασμού έχει ως αποτέλεσμα τη μάθηση, η οποία με τη σειρά της αποτελεί μετασχηματισμό προηγούμενων εμπειριών σε νέες (Somerville & Faltis, 2019). Η επιστημονική μάθηση αφορά την ανάπτυξη νέων προτύπων δράσης που δίνουν νόημα σε διάφορες καταστάσεις ή συνήθειες όπως τις ορίζει ο Dewey (1998) (Charamba, 2020). Οι μαθητές/ήτριοι έρχονται στην τάξη με προϋπάρχουσες εμπειρίες τις οποίες οι εκπαιδευτικοί φυσικών επιστημών δεν μπορούν να ρυθμίσουν (Charamba, 2020). Ωστόσο, όπως λέει και πάλι ο Dewey (1998), το απώτερο μέλημα τους είναι να καταστήσουν τις προηγούμενες εμπειρίες των μαθητών/ριών συνεχείς με τα μαθήματα που παραδίδουν (Charamba, 2020). Σύμφωνα με την Zavala (2019), η μάθηση δεν μπορεί ποτέ να είναι μόνο ζήτημα της βιολογικά δεδομένης ικανότητας των μαθητών/ριών να μαθαίνουν (Charamba, 2020). Αντιθέτως, οι προηγούμενες γνώσεις και δεξιότητες πρέπει να συνδέονται με το πλαίσιο στο οποίο λαμβάνουν χώρα τα μαθήματα (Charamba, 2020). Κατά τον Vygotsky (1978), αυτό συνεπάγεται ότι οι καθηγητές/ήτριοι φυσικών επιστημών δίνουν προσοχή στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές/ήτριοι συνεργάζονται με άλλα άτομα και στη χρήση διαφορετικών διανοητικών, φυσικών και γλωσσικών πόρων (Charamba, 2020).

Εφόσον παρουσιάστηκαν οι μεθοδολογικές προσεγγίσεις, οι πρακτικές και τα σημεία στα οποία πρέπει να εστιάσει η προσοχή ενός εκπαιδευτικού φυσικών επιστημών, στην επόμενη ενότητα θα επιδιωχθεί ο συγκερασμός όλων των παραπάνω περνώντας από τη θεωρία στην πράξη. Ουσιαστικά τίθεται το ερώτημα, εάν όλα όσα παρουσιάστηκαν είναι εφαρμόσιμα και ρεαλιστικά; Χρησιμοποιώντας την παρακάτω απλή ιστορία ως παράδειγμα του όλου εγχειρήματος θα δοθεί εν μέρει απάντηση στο ερώτημα αυτό.

4.4. Το παράδειγμα της Beta

Συνοψίζοντας λοιπόν το παρόν κεφάλαιο, ένα πολύ ωραίο παράδειγμα που υπογραμμίζει όλα τα παραπάνω, έχει παρουσιαστεί από τον McLaren (2001), όπου μιλάει για την

περίπτωση της Beta, μιας δασκάλας της 8ης τάξης σε ένα μεγάλο αστικό κέντρο (Barton,2001: σ.854-855). Στο πλαίσιο μιας ενότητας με σκοπό να διδάξει στους/στις μαθητές/ήτριες της για τις διαβαθμίσεις της θερμοκρασίας και τη λειτουργία των μονωτών, τους/τις έβαλε να σχεδιάσουν ένα ψυγείο, αρκετά μεγάλο ώστε να χωράει μια εξάδα αναψυκτικών (Barton,2001). Αρχικά, οι μαθητές/ήτριες της έδειξαν εμφανή αδιαφορία για το πρόγραμμα, κάτι το οποίο συζήτησε μαζί τους. Διαπίστωσε ότι τελικά προτίμησαν να σχεδιάσουν μονωμένες τσάντες για το γεύμα τους, ένα αντικείμενο που θα χρησιμοποιούσαν στην καθημερινότητα τους (Barton,2001). Έχει ενδιαφέρον το πως μέσα από την εν λόγω συζήτηση αναδύθηκαν οι ανησυχίες των μαθητών/ριών σχετικά με τις ανισότητες, τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο καθώς παρατηρήθηκαν διαφορές στη διαθεσιμότητα μονωτικών και ψυκτικών συσκευών σε διαφορετικά μέρη (π.χ. μεταξύ Η.Π.Α. και Δομινικανής Δημοκρατίας) (Barton,2001). Τέλος, οι μαθητές/ήτριες εξέφρασαν την πεποίθησή τους ότι θα ήταν ωφελιμότερο, το σχολείο να ξοδεύει χρήματα για καλύτερα και περισσότερα υλικά παρά για τα είδη που συνήθως αγοράζει (χαρτί για πάρα πολλά φύλλα εργασίας, προβολείς και ανιχνευτές μετάλλων) (Barton,2001).

Αυτή η ιστορία μοιάζει απλή, αλλά εγείρει πολλά ερωτήματα σχετικά με το ποια τελικά θα πρέπει να είναι η προσέγγιση της εκπαίδευσης των φυσικών επιστημών. Επιτρέποντας στους/στις μαθητές/ήτριες να εκφραστούν αναφορικά με την προτίμησή τους να κατασκευάσουν κάτι το οποίο θα είναι χρησιμότερο στην καθημερινότητα τους μετέτρεψαν την τάξη της φυσικής σε πολιτικό χώρο, όπου η μάθηση της επιστήμης συνδυάστηκε με την κριτική απέναντι στη σχολική διαδικασία, στους σκοπούς της επιστήμης και των συνδέσεών της με τον κοινωνικό έλεγχο, τις οικονομικές ανταλλαγές και την ανθρώπινη ευημερία (Barton,2001). Αυτή η ιστορία βοηθά επίσης στο να διερευνηθεί το κατά πόσο η επιστημονική εκπαίδευση αφήνει το περιθώριο στην κριτική απέναντι στους εξουσιαστικούς μηχανισμούς. Επίσης, ως προέκταση της ιστορίας αυτής, οι νέοι/ες θα μπορούσαν να δουν τις ενέργειές τους ως μέρος μιας ευρύτερης παγκόσμιας προσπάθειας για την καλύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο δομές όπως το σχολείο και η επιστήμη βοηθούν στη διαιώνιση των παγκόσμιων ανισοτήτων και των κοινωνικών αδικιών (Barton,2001). Τέλος, το μάθημα θα μπορούσε να έχει εξελιχθεί με πολλούς τρόπους. Η Beta θα μπορούσε να επιβάλει στους/στις μαθητές/ήτριες της να φτιάξουν τελικά τα ψυγεία. Θα μπορούσε να είχε ακούσει τους/τις μαθητές/ήτριες της και να τους επιτρέψει να φτιάξουν τις τσάντες φαγητού χωρίς να διερευνήσει τις βαθύτερες προθέσεις

μιας τέτοιας απόφασης. Αντίθετα, επέλεξε να πολιτικοποιήσει τις επιλογές των μαθητών/ριών ως μέσο για να τους/τις βοηθήσει να αποκαλύψουν τις αντιλήψεις που καθοδηγούν την πρακτική της εκπαίδευσης (Barton,2001).

Είναι όμως ρεαλιστική η υπόθεση ότι κάθε μάθημα μπορεί να αφιερώνει τόσο χρόνο σε μία μόνο διδακτική ενότητα, όταν σύμφωνα με τα Α.Π.Σ. οι εκπαιδευτικοί οφείλουν να καλύψουν ένα συγκεκριμένο φάσμα ύλης; Ο/Η εκπαιδευτικός σε καθημερινή βάση έρχεται αντιμέτωπος/η με ένα πλήθος περιορισμών και εμποδίων τα οποία καλείται να διαχειριστεί με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο ώστε να πετύχει τους παιδαγωγικούς και διδακτικούς του/της στόχους. Τα εμπόδια αυτά συγκεντρώνονται και σχολιάζονται στο παρακάτω κεφάλαιο.

Κεφάλαιο 5: Τα εμπόδια στην εκπαίδευση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων

Η εκπαίδευση των κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων στις τάξεις των φυσικών επιστημών φαίνεται, από τη διεθνή βιβλιογραφία, να είναι δύσκολη για τους/τις εκπαιδευτικούς. Η έρευνα των Levinson και Turner (2001) κατέδειξε σειρά περιορισμών, όπως η έλλειψη καθοδήγησης, η έλλειψη παιδαγωγικών γνώσεων, η μικρή κατανόηση των ηθικών πλαισίων, τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών, τα σχολικά εγχειρίδια και όλοι οι αφανείς αλληλοεπιδρώντες παράγοντες σε μια τάξη φυσικών επιστημών (Saunders & Rennie, 2011).

Δεδομένα από μια έρευνα σε καθηγητές/ήτριες φυσικών επιστημών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στη Νέα Ζηλανδία, η οποία συνοδεύτηκε από συνεντεύξεις με ορισμένους από τους/τις συμμετέχοντες/ουσες στην έρευνα (Saunders & Rennie, 2011), αποκάλυψαν ότι αν και όλοι οι καθηγητές/ήτριες ανέφεραν ότι ασχολούνται με κοινωνικοεπιστημονικά θέματα στις τάξεις τους, αυτό συμβαίνει πολύ περιστασιακά (Saunders & Rennie, 2011). Πολλοί δήλωσαν ότι δεν ήταν επαρκώς εξοπλισμένοι για να αντιμετωπίσουν τη εκπαίδευση και τη μάθηση σχετικά με αμφιλεγόμενα θέματα. Άλλοι περιορισμοί που εντοπίστηκαν ήταν η έλλειψη διδακτικού χρόνου αλλά και χρόνου σχεδιασμού προγραμμάτων, η έλλειψη προσωπικών γνώσεων επιστημονικού υπόβαθρου και αποτελεσματικών στρατηγικών εκπαίδευσης και μάθησης, και η έλλειψη υποστήριξης όσον αφορά τους διδακτικούς πόρους (Saunders & Rennie, 2011). Όσοι/ες κατέβαλαν προσπάθεια να εντάξουν τα ζητήματα στη εκπαίδευση τους, χρησιμοποίησαν ένα στενό φάσμα παιδαγωγικών στρατηγικών και αυτές ήταν κυρίως δασκαλοκεντρικές (Saunders & Rennie, 2011). Επομένως, υπήρχε έλλειψη τεχνογνωσίας μεταξύ των εκπαιδευτικών για τη χρήση μιας σειράς μαθητοκεντρικών, συνεργατικών στρατηγικών εκπαίδευσης στις τάξεις των φυσικών επιστημών (Saunders & Rennie, 2011). Επίσης, σύμφωνα με προηγούμενες εμπειρικές μελέτες, όπως των Husu και Tirri (2007), Jackson, Boostrom και Hansen (1993), Tirri (1999), οι εκπαιδευτικοί συχνά δεν έχουν επίγνωση των ηθικών συνεπειών των δικών τους ενεργειών και της συνολικής πρακτικής τους (Shapira-Lishchinsky, 2010).

Ένα άλλο εμπόδιο που μπορεί να συναντήσει ένας/μία εκπαιδευτικός είναι η διατήρηση της τυπικότητας με τους σχολικούς κανόνες και τα εκπαιδευτικά πρότυπα του φορέα στον οποίο εργάζεται (Shapira-Lishchinsky, 2010), όπως επίσης η ισορροπία στη σχέση του με τους/τις μαθητές/ήτριες καθώς από τη μία πρέπει να επιτευχθεί η αποδόμηση των

εξουσιαστικών σχέσεων στην τάξη αλλά από την άλλη πρέπει να διατηρηθεί ο σεβασμός απέναντι του/της (Shapira-Lishchinsky, 2010).

Ένα άλλο φλέγον ζήτημα που καλείται να διαχειριστεί ο/η εκπαιδευτικός/α των φυσικών επιστημών είναι το αξιακό σύστημα και το κοινωνικοπολιτισμικό υπόβαθρο της οικογένειας του/της μαθητή/ήτριας καθώς πολλές φορές αντιμετωπίζουν προβλήματα, όταν η αντίληψή τους για το συμφέρον του παιδιού διαφέρει από εκείνη των γονέων (Campbell, 2000). Επιπρόσθετα, ο Klaassen (2002) διαπίστωσε ότι ορισμένοι εκπαιδευτικοί τείνουν να βλέπουν τους γονείς ως πελάτες του εκπαιδευτικού συστήματος (ειδικά όταν ο φορέας εκπαίδευσης είναι ιδιωτικός, αναπόφευκτα υπεισέρχεται η πελατειακή αυτή παράμετρος) (Shapira-Lishchinsky, 2010). Ακόμη και όταν οι εκπαιδευτικοί είναι πεπεισμένοι/ες ότι έχουν δίκιο και μπορούν να δικαιολογήσουν τη θέση τους ως προς το συμφέρον των μαθητών/ριών, τείνουν να υιοθετούν μια επιφυλακτική στάση (Shapira-Lishchinsky, 2010).

Αναφορικά με το περιεχόμενο των Α.Π.Σ., ο Kincheloe τόνισε ότι δε θα έπρεπε να αντιμετωπίζεται ως ένα σύνολο δεδομένων που θα πρέπει απλώς να αποθηκευτούν στο μυαλό των μαθητών/ριών γιατί έτσι η γνώση μετατρέπεται σε άλλον έναν καταπιεστικό μηχανισμό (Bayne, 2009), ενώ, όπως έχει τονιστεί πολλάκις σε αυτή τη μελέτη, η γνώση και ιδιαίτερα η επιστημονική θα πρέπει να λειτουργεί απελευθερωτικά για τους ανθρώπους. Ως τέτοια, η διδακτέα ύλη θα πρέπει να έχει νόημα για τους μαθητές/ήτριες, ενσωματώνοντας πολιτικές δυναμικές, ως μέσο για την αντιμετώπιση και την άμβλυνση της καταπίεσης (Bayne, 2009). Σύμφωνα με τον ίδιο, τα Α.Π.Σ. και τα σχολικά εγχειρίδια, θα πρέπει να διατηρούν την επιστημονικότητά του, ενώ συγχρόνως να συνδέονται με τα ενδιαφέροντα των μαθητών/ριών ώστε το κίνητρο για μάθηση να διατηρείται υψηλό (Bayne, 2009).

Κατά κύριο λόγο αυτοί οι προβληματισμοί, σύμφωνα με τους Johnston et al. (1998), φωτίζουν την πολυπλοκότητα, την αβεβαιότητα και πολλές φορές την ασάφεια όσων έχει να διαχειριστεί το επάγγελμα του εκπαιδευτικού (Shapira-Lishchinsky, 2010). Συγκεντρωτικά λοιπόν, με βάση όσα καταγράφηκαν στην ενότητα συνολικά, τα βασικότερα εμπόδια για μια πιο κριτική προσέγγιση στη εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες είναι τα εξής:

- Υλικοτεχνικές συνθήκες: Εγκαταστάσεις, εξοπλισμός, χρηματοδότηση,
- Α.Π.Σ. ,

- σχολικά εγχειρίδια,
- ωρολόγιο πρόγραμμα,
- έλλειψη χρόνου οργάνωσης και προγραμματισμού εκπαιδευτικών προγραμμάτων με κοινωνικοεπιστημονικό περιεχόμενο,
- η στάση του σχολείου και των συναδέλφων,
- η στάση των γονέων και του γενικότερου οικογενειακού περιβάλλοντος,
- η ίδια η στάση, το αξιακό σύστημα, η παιδαγωγική γνώση και η τεχνογνωσία του/της εκπαιδευτικού αναφορικά με κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα.

Κλείνοντας το παρόν κεφάλαιο και την παρουσίαση των βασικών παραγόντων που καθιστούν μια εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες στοχευμένη στην αποκατάσταση της κοινωνικής δικαιοσύνης, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της και τα αναδυόμενα προβλήματα, εν συνεχεία, θα καταγραφούν κάποια βασικά συμπεράσματα τα οποία εξήχθησαν κατά τη μελέτη του συγκεκριμένου θέματος, όπως επίσης και κάποια σημαντικά εγείρομενα ερωτήματα.

Συμπεράσματα

Όπως προκύπτει λοιπόν συνολικά από την παραπάνω βιβλιογραφική μελέτη, η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες με την προοπτική της κοινωνικής δικαιοσύνης είναι πολύ πιο πολυπαραγοντικό και πολύπλοκο ζήτημα απ' ό,τι μπορεί ενδεχομένως να φαίνεται. Αρχικά, γιατί ο/η εκπαιδευτικός του τμήματος καλείται να «αναγνώσει» εξ αρχής τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των μαθητών/ριών του/της και του τόπου τους και βασιζόμενος/η σε αυτά να οργανώσει ένα μάθημα για όλους/ες που θα υλοποιεί τους προαναφερθέντες διδακτικούς και παιδαγωγικούς στόχους της κριτικής παιδαγωγικής αλλά και τους γνωστικούς των φυσικών επιστημών αντιμετωπίζοντας την ίδια στιγμή αντικειμενικές και υποκειμενικές δυσκολίες και εμποδία. Αν η εφαρμογή των αρχών της κριτικής παιδαγωγικής σημαίνει διερεύνηση της φύσης της επιστήμης και της επιστημονικής γνώσης, διατάραξη των ετεροκανονικών δομών και άνοιγμα χώρων για τη διερεύνηση νέων ταυτοτήτων και δυνατοτήτων γνώσης, απαιτεί από τους/τις εκπαιδευτικούς να γίνουν κάτι περισσότερο από μεταδότες γνώσεων στην τάξη (Gunckel, 2009). Με λίγα λόγια ο/η εκπαιδευτικός καλείται να κινητοποιήσει τους/τις μαθητές/ήτριες αποκαθιστώντας την εμπιστοσύνη τους στις φυσικές επιστήμες, με στόχο να κατακτήσουν τη νέα επιστημονική γνώση, την ίδια γνώση που μετέπειτα θα αξιοποιήσουν για να αναλύσουν το κοινωνικό γίνεσθαι με απώτερο στόχο την κοινωνική δικαιοσύνη και όλα αυτά σε ένα κοινωνικό, σχολικό, οικογενειακό πλαίσιο που σε αρκετές περιπτώσεις δεν ταυτίζεται με τους ίδιους στόχους.

Κοινός παρονομαστής όλων των ερευνών που αφορούν τους/τις εκπαιδευτικούς είναι το αίσθημα που τους διακατέχει ότι δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν σε μια συζήτηση κοινωνικοεπιστημονικού περιεχομένου είτε λόγω έλλειψης γνώσεων είτε γιατί επικρατεί ο φόβος πως θα προκύψει κάποιο θέμα στο οποίο δε θα μπορούν να ανταποκριθούν και για άλλους πολυποίκιλους λόγους. Όπως προκύπτει και από την προσωπική διδακτική εμπειρία της συγγράφουσας εκπαιδευτικού πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, η διαχείριση «ευαίσθητων» κοινωνικοπολιτισμικών θεμάτων είναι πράγματι άβολη και δύσκολη για τον/την εκπαιδευτικό ακόμη και σήμερα, καθώς δεν πρέπει να αποσιωπάται το γεγονός πως καθημερινά, δεν έρχεται αντιμέτωπος/η μόνο με τους μαθητές/ήτριες του αλλά και με όλον τον εξωσχολικό τους περίγυρο (κυρίως τον οικογενειακό) και με τον εκπαιδευτικό φορέα στον οποίο εργάζεται. Επομένως, μια άσκηση κριτικής εναντίον των εκπαιδευτικών που

απλώς στοχοποιούνται λόγω του δισταγμού τους να επικοινωνήσουν «ευαίσθητα» κοινωνικά ζητήματα κάθε άλλο παρά ως χρήσιμη μπορεί να χαρακτηριστεί. Ο στόχος της εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες για την κοινωνική δικαιοσύνη είναι να συσπειρώσει και να εμπνεύσει τους/τις εκπαιδευτικούς και όχι να τους απωθήσει χαρακτηρίζοντας τους ως «δειλούς/ές» ή «αδιάφορους/ες» ως προς τα κοινωνικά ζητήματα και την επικαιρότητα. Με λίγα λόγια, η κριτική παιδαγωγική δε πρέπει να είναι άλλο ένα ρεύμα που θα τους/τις θέσει απέναντι του αλλά οφείλει να κατανοήσει, τους φόβους, τις ανησυχίες και την ανθρώπινή τους φύση προσπαθώντας να τους/τις κάνει να συνειδητοποιήσουν την αναγκαιότητα αυτής της προσέγγισης, να τους δώσει τα κατάλληλα εργαλεία και να τους παρέχει μια συνεχή ανατροφοδότηση για μια καλύτερη κοινωνία αύριο, γιατί τελικά είναι εκείνοι/ες που καλούνται να υλοποιήσουν αυτό το όραμα. Σε μια κοινωνία που ο ρόλος του/της εκπαιδευτικού απαξιώνεται μέρα με τη μέρα όλο και περισσότερο, είτε από τα υποκείμενά της είτε από τους κρατικούς μηχανισμούς (ελλιπής χρηματοδότηση της δημόσιας παιδείας: έλλειψη προσωπικού σε σχολικές μονάδες, μείωση μισθών εκπαιδευτικών, ανεπαρκείς υλικοτεχνικές υποδομές κ.α.), οι εκπαιδευτικοί πρέπει και πάλι να επαναξιολογήσουν τον σημαντικό κοινωνικό τους ρόλο και τη συμβολή τους στη διαμόρφωση μίας πιο αισιόδοξης κοινωνίας. Δεν αρκεί να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες ότι η επιστήμη και η τεχνολογία επηρεάζονται από κοινωνικές, πολιτικές και οικονομικές δυνάμεις και να εξοικειωθούν με την άσκηση κριτικής του εκάστοτε συστήματος αλλά κυρίαρχος στόχος αποτελεί το να εξοικειωθούν με τη συμμετοχή τους στην κοινωνική δράση.

Ανακεφαλαιώνοντας, έχει ενδιαφέρον να παρουσιαστούν συγκεντρωτικά -όπως προκύπτει συνολικά από την παραπάνω βιβλιογραφία - οι πρακτικές και τα σημεία προσοχής εκείνα που θα καταστήσουν τη εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες δημοκρατική και στοχοπροσηλωμένη στην κοινωνική δικαιοσύνη:

- αφόρμηση ενδιαφέροντος με τη χρήση κοινωνικο-επιστημονικών προβλημάτων,
- συνδιαμόρφωση στόχων μαθήματος από εκπαιδευτικούς και μαθητές/ήτριες,
- συνεργατική διερευνητική μάθηση: επίλυση προβλήματος κοινωνικοεπιστημονικής φύσης,
- εναλλαγή διδακτικών μοντέλων,
- αξιοποίηση ψηφιακών μέσων,
- καλλιέργεια επιστημονικής μεθοδολογίας και υιοθέτησή της ως τρόπου σκέψης,

- η αξιολόγηση των μαθητών/ριών δεν πρέπει να γίνεται μόνο με τους παραδοσιακούς τρόπους αλλά κυρίως μέσω ερευνητικών εργασιών,
- προσαρμογή στο προσωπικό κοινωνικοπολιτισμικό πλαίσιο των μαθητών/ριών: η νέα γνώση θα πρέπει να έχει νόημα για τους/τις μαθητές/ήτριες,
- ανάλυση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του τόπου στον οποίο βρίσκεται ο φορέας εκπαίδευσης,
- οι συνεχώς προκαθορισμένες ερωτήσεις και η εξ αρχής παρουσίαση των θεμάτων που θα εξεταστούν, είναι αντίθετες με τις φιλοσοφίες της κριτικής επιστήμης: αξιοποίηση ερωτήσεων και συζητήσεων γύρω από κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα,
- μετουσίωση της δημοκρατικής φύσης της επιστήμης στην τάξη και κατ' επέκταση στην κοινωνία: παραχώρηση της εξουσίας στους/στις μαθητές/ήτριες και εξοικείωση τους με τη λήψη αποφάσεων, τη θέσπιση και επιβολή κανόνων κ.λ.π.,
- βασική φιλοσοφία του μαθήματος θα πρέπει αποτελεί ότι *οι μαθητές/ήτριες πρέπει να μαθαίνουν κάτι και όχι να διδάσκονται κάτι* (McGregor, 2003: σ.4),
- θα πρέπει να δίνεται η δυνατότητα στον/ην μαθητή/ήτρια να αντιληφθεί πώς επηρεάζεται από την κοινωνία εκτός από το πώς μπορεί να επηρεάσει την κοινωνία,
- εξωστρέφεια σχολικής τάξης: στόχος η συγκρότηση κοινοτήτων για την επίλυση τοπικών προβλημάτων,
- μετασχηματισμός της επιστημονικής γνώσης με έμφαση στη γλώσσα της επιστήμης και ένταξή τους στο εννοιολογικό σύστημα των μαθητών,
- το κυρίαρχο κίνητρο για την κατάκτηση της επιστημονικής γνώσης θα πρέπει να είναι η κατανόηση του κοινωνικού γίνεσθαι και ο επιστημονικός γραμματισμός που θα γίνει η βάση για μια δικαιότερη κοινωνία.

Εγχειρόμενα ερωτήματα και προοπτικές έρευνας

Κατά τη διάρκεια της βιβλιογραφικής μελέτης αναδείχθηκαν κάποιοι προβληματισμοί που θα μπορούσαν να έχουν την προοπτική μιας μετέπειτα ερευνητικής εργασίας. Αρχικά, έχει ενδιαφέρον να διερευνηθεί η δυσκολία στην ισορροπία μεταξύ του σεβασμού στην τοπικότητα και στην επιστημονική γνώση. Πώς θα ακουστούν όλες οι φωνές και συγχρόνως θα αφομοιωθεί η επιστημονική γνώση χωρίς να μπει το μάθημα σε σχετικιστικά μονοπάτια αφήνοντας χώρο στις ψευδοεπιστήμες; Οι ψευδοεπιστήμες είναι ωφελιμότερο να συζητιούνται ως ένα ρεύμα της κοινωνίας που υπάρχει και χρήζει αντιμετώπισης έτσι ώστε οι μαθητές/ήτριοι να είναι προετοιμασμένοι/ες να τις αντιμετωπίσουν ως πολίτες του αύριο ή είναι καλύτερο να αποσιωπώνται εντελώς; Επίσης, όταν αναδειχτούν τέτοιες φωνές κατά τη διάρκεια του μαθήματος, ποια πρέπει να είναι τα αντανακλαστικά του/της εκπαιδευτικού και κατά πόσο τελικά μπορεί να αποδομήσει ένα ολόκληρο αξιακό σύστημα που ο μαθητής/ήτρια ήδη «κουβαλάει» μπαίνοντας στην τάξη των φυσικών επιστημών; Αναφέρθηκε παραπάνω ότι παραδείγματα από την ιστορία της επιστήμης μπορούν να συντελέσουν θετικά σε αυτό αλλά είναι αρκετό; Στην περίπτωση που η επιστημονική γνώση μπορεί να αποδειχτεί με μια πειραματική διάταξη τα πράγματα είναι πιο εύκολα. Όταν όμως πρέπει να συζητηθεί η επιστήμη σε ένα πιο θεωρητικό πλαίσιο, τότε το εγχείρημα είναι αρκετά δύσκολο και οι ισορροπίες πολύ λεπτές.

Ένα άλλο ενδιαφέρον ερώτημα είναι, ποια μπορεί να είναι η ανθεκτικότητα του/της εκπαιδευτικού, όταν σε καθημερινή βάση θα πρέπει να διαχειρίζεται την αμφισβήτηση της επιστημονικής γνώσης και των δικών του/της σταθερών και του δικού του/της αξιακού συστήματος. Η ίδια η Angela Calabrese Barton (1997), όντας η διδάσκουσα μίας πανεπιστημιακής τάξης ήρθε αντιμέτωπη με προβληματισμούς όπως το αν σε ένα βαθύτερο επίπεδο ότι η φωνή της ακούστηκε από τους/τις φοιτητές/ήτριοι και το αν τελικά η ίδια άκουσε τις φωνές τους, παρόλο που -όπως η ίδια λέει- κατάφερε να εμπλέξει τους/τις φοιτητές/ήτριοι σε μια συζήτηση σχετικά με τον ρόλο που διαδραματίζει η κυρίαρχη ιδεολογία στη διαμόρφωση της επιστήμης, δεν ήταν σίγουρη ότι πολλοί/ές φοιτητές/ήτριοι εμπέδωσαν αυτό το μήνυμα (Barton, 1997). Παρόλο που ζήτησε από τους/τις φοιτητές/ήτριοι να εξετάσουν το νόημα της επιστήμης από τη σκοπιά των δικών τους εμπειριών ως γυναίκες και άνδρες, πολύ μικρό μέρος της συζήτησης επικεντρώθηκε σε μια τέτοια διερεύνηση, καθώς πολύς χρόνος και ενέργεια καταναλώθηκε στο να

ξεπεραστεί η άβολη και παιδαριώδης συμπεριφορά των ιδίων των φοιτητών/ριών απέναντι στο συγκεκριμένο θέμα κάτι το οποίο απέδωσε σε δική της αδυναμία να αφουγκραστεί ουσιαστικά όσα άκουγες από εκείνους/ες (Barton, 1997: σ.141-143). Εδώ γίνεται εμφανές ότι η εκπαίδευση με όρους απελευθέρωσης και καταπολέμησης στερεοτύπων, η δημιουργία μιας στάσης πιο προοδευτικής σε κοινωνιοπολιτικά ζητήματα και η αντίληψη του τι συζητιέται μέσα σε μία τάξη (είτε είναι σχολική είτε πανεπιστημιακή), θα πρέπει να καλλιεργείται στου μαθητές και τις μαθήτριες από πολύ μικρή ηλικία έτσι ώστε μεγαλώνοντας να είναι εξοικειωμένοι/ες με τέτοιου είδους διαδικασίες.

Στη συνέχεια κάνοντας την αυτοκριτική της και αναστοχαζόμενη την όλη διαδικασία, συνειδητοποίησε ότι ένα μεγάλο μέρος των εμπειριών των φοιτητών/ριών στην επιστημονική εκπαίδευση τούς παρείχε ένα πλαίσιο για να σκέφτονται την επιστήμη ως αντικειμενική και συγκροτημένη από αποστασιοποιημένες ιδέες. Επομένως, η προσδοκία να επανεξετάσουν τις εμπειρίες τους στην επιστήμη κατά τη διάρκεια ενός μόνο εξαμήνου, όταν της ίδιας της είχε πάρει χρόνια να διατυπώσει κριτικές ιδέες για την επιστήμη, φάνηκε σχεδόν ουτοπική (Barton, 1997). Εδώ καταδεικνύεται ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό της λειτουργίας ενός μαθήματος εν γένει το οποίο δεν είναι άλλο από το ότι τα αποτελέσματα του εκπαιδευτικού έργου είναι το πιθανότερο να γίνουν εμφανή σε μακροπρόθεσμο επίπεδο ή και ποτέ, ειδικά όταν βασικός στόχος του είναι η διαμόρφωση της κοινωνικής συνείδησης των παιδιών σε τέτοιο βαθμό που να επηρεάσει τη στάση του στην κοινωνία «αύριο».

Επιπλέον, συνεχίζοντας τον διάλογο με τους ειλικρινείς προβληματισμούς της Barton (1997), σε ένα δευτερογενές επίπεδο ανάλυσης της εμπειρίας της αναρωτήθηκε γιατί τελικά την ενόχλησε τόσο πολύ το γεγονός ότι οι φοιτητές/ριες αμφισβητούσαν την αυθεντία της, ενώ φαινομενικά αυτός είναι και ένας από τους κυρίαρχους στόχους της κριτικής προσέγγισης. Εδώ εγείρεται ένα βαθύ και σχεδόν υπαρξιακό ερώτημα σχετικά με την ψυχική ανθεκτικότητα του/της εκπαιδευτικού σε αυτό το εγχείρημα και κατά πόσο μπορεί να επιτελεί σε βάθος χρόνου ένα έργο κατά το οποίο θα πρέπει να έρχεται σε καθημερινή βάση αντιμέτωπος/η με τις σταθερές του δικού του/της αξιακού και εννοιολογικού συστήματος πόσο δε μάλλον όταν σκοπός είναι η τάξη να καταλήξει σε μια κοινή φωνή σε θέματα ιδεολογίας και επιστήμης. Όπως η ίδια αναρωτιέται: *«Ήταν η συναίνεση, και όλα όσα υπονοεί η λέξη, έστω και ένας επιθυμητός στόχος για τη συζήτησή μας; Ήταν έστω δυνατό να μάθουμε αρκετά ο ένας για τον άλλον, ώστε να*

επανατοποθετήσουμε τις υποθέσεις μας για τον άλλον και για την επιστήμη, προκειμένου να οικοδομήσουμε έναν απελευθερωτικό διάλογο;» (Barton, 1997: σ.141-143).

Επομένως, εδώ εξάγεται το συμπέρασμα ότι πέρα από περίπλοκη και πολυπαραγοντική, η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες θα πρέπει να είναι μακροπρόθεσμη και συνολική. Δε θα πρέπει να αφορά ένα άτομο αλλά την καθολική αλλαγή της οπτικής όλων των εκπαιδευτικών και κατ' επέκταση των εκπαιδευτικών φορέων και του εκπαιδευτικού συστήματος. Εδώ είναι που εισάγεται ο προβληματισμός για τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών και το εκπαιδευτικό σύστημα εν γένει καθιστώντας σαφές ότι μια τέτοια ρηξικέλευθή αλλαγή προϋποθέτει ότι οι εκπαιδευτικοί και η εκπαιδευτική ηγεσία θα θέσουν ως προτεραιότητα την ένταξη της επιστημονικής εκπαίδευσης για την κοινωνική και περιβαλλοντική δικαιοσύνη στα Αναλυτικά Προγράμματα (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Κατ' επέκταση αυτή η αναδιάρθρωση σηματοδοτεί την επαγγελματική ανάπτυξη και την επάρκεια πόρων που θα δύναται να υποστηρίξει την εκπαιδευτική εφαρμογή μιας τέτοιας προσέγγισης (Σκορδούλης, Κατσιαμπούρα, 2023). Εδώ λοιπόν γεννάται το ερώτημα για το πώς θα επιτευχθεί αυτό σε ένα συνολικό επίπεδο. Ποιες αλλαγές θα πρέπει να γίνουν και κατά πόσο είναι ρεαλιστική η υπόθεση ότι αυτές θα προσανατολιστούν στη σωστή κατεύθυνση; Επιπλέον, η μελέτη της κριτικής παιδαγωγικής προς ποια κατεύθυνση θα ήταν ωφελιμότερο να κινηθεί και ποιος θα πρέπει να είναι ο στόχος της; θα πρέπει να γίνει ένας συγκερασμός με την τυπική εκπαίδευσης βελτιώνοντας την υπάρχουσα μορφή ή να προτείνει κάτι ριζοσπαστικά καινούριο με την αβεβαιότητα του κατά πόσο θα ήταν εφικτό να εφαρμοστεί στην παρούσα συνθήκη; Τέλος, είναι τελικά δυνατό να επέλθει η αλλαγή στο εκπαιδευτικό σύστημα πριν από την κοινωνική αλλαγή και το αντίστροφο;

Αυτό οδηγεί το συλλογισμό μας σε ακόμη πιο βαθιά ερωτήματα όπως το πώς τελικά είναι εφικτό να καταπολεμηθεί η κοινωνική αδικία αφού οι κοινωνικές πρακτικές συγκροτούνται από τις ενέργειες του κεφαλαίου που σταδιακά επιδιώκει όλο και περισσότερο να ελέγξει την πνευματική και επιστημονική δραστηριότητα. Επιπλέον, πώς συγκροτούνται οι κοινωνικές τάξεις μέσω των επιστημονικών πρακτικών; Ποιες είναι οι μη αναγνωρισμένες πτυχές του πολιτισμού που ιστορικά στηρίζουν και διαμορφώνουν τις κοινωνικές πρακτικές από τις οποίες παράγεται η επιστήμη ή για τις οποίες παράγεται η επιστημονική εκπαίδευση μέσα από εμπειρίες όπως οι εξετάσεις στο τέλος του έτους, τα σχολικά βιβλία, ή τους στόχους επίσημων και κρυφών αναλυτικών προγραμμάτων; Σύμφωνα με τον McLaren (2001), ο αγώνας αυτός θα πρέπει να αφορά τον μετασχηματισμό των

υφιστάμενων αντιφατικών σχέσεων κεφαλαίου και εργασίας με τέτοιο τρόπο ώστε το ίδιο το σύστημα να μην παράγει τέτοιες αντιφάσεις (Barton, 2001). Διαφαίνεται επομένως η ανάγκη για περεταίρω ερευνητική μελέτη, σχετικά με την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες για την κοινωνική δικαιοσύνη, που θα οδηγήσει σε νέες προοπτικές, προτάσεις και σύγχρονους προβληματισμούς.

Βιβλιογραφία και Αρθρογραφία

- 1) Δαφέρμος, Μ. (2002). Η πολιτισμική – ιστορική θεωρία του Vygotsky, Ατραπός
- 2) Κατσιαμπούρα, Γ. (2024). From Critical Feminist Theory to Critical Feminist Revolutionary Pedagogy. Scientific Research Publishing.
<https://doi.org/10.4236/aasoci.2024.144012>
- 3) Σκορδούλης, Κ., (2009). Φιλοσοφία της κριτικής εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες.
- 4) Σκορδούλης, Κ., & Κατσιαμπούρα, Γ. (2019). Πολιτισμικές και κριτικές εκπαιδευτικές προσεγγίσεις των φυσικών επιστημών. Παιδαγωγική Επιθεώρηση, Τόμος: 36, Τεύχος: 68 (σ. 178-193).
- 5) Σκορδούλης, Κ., & Κατσιαμπούρα, Γ. (2023). Η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες για την κοινωνική και περιβαλλοντική δικαιοσύνη
- 6) Adlong, W. (2012). 100% renewables as a focus for environmental education. Australian Journal of Environmental Education, 28(2) (σ. 125–155).
<https://www.jstor.org/stable/26422800>
- 7) Ajaps, S., & Mbah, M. (2022). Towards a critical pedagogy of place for environmental conservation. Environmental Education Research (σ. 508-523).
<https://doi.org/10.1080/13504622.2022.2050889>
- 8) Barton, C. A. (1997). Liberatory Science Education: Weaving Connections Between Feminist Theory and Science Education. Curriculum Inquiry. Vol. 27, No. 2 (σ.141-163). <http://dx.doi.org/10.1111/0362-6784.00045>
- 9) Barton, C. A. (2001). Capitalism, Critical Pedagogy, and Urban Science Education: An Interview with Peter McLaren. Journal Of Research in Science Teaching, Vol. 38, No. 8 (σ. 847 – 859). <http://dx.doi.org/10.1002/tea.1035>
- 10) Barton, C. A., & Yang, K. (2000). The Culture of Power and Science Education: Learning from Miguel. Journal Of Research in Science Teaching. Vol. 37, No. 8 (σ. 871- 889). [http://dx.doi.org/10.1002/1098-2736\(200010\)37:83.0.CO;2-9](http://dx.doi.org/10.1002/1098-2736(200010)37:83.0.CO;2-9)
- 11) Barton, C. A., & Upadhyay, B. (2010). The culture of power and science education: Learning from Miguel. Journal of Research in Science Teaching. 37(8) (σ. 871-889). [http://dx.doi.org/10.1002/1098-2736\(200010\)37:83.0.CO;2-9](http://dx.doi.org/10.1002/1098-2736(200010)37:83.0.CO;2-9)
- 12) Basu, S. J. (2008). Empowering communities of research and practice by conducting research for change and including participant voice in reflection on research. Cult Stud of Sci Educ 3. (σ. 859–865). DOI:10.1007/s11422-008-9119-8

- 13) Bayne, G. U. (2009). Joe L. Kincheloe: Embracing criticality in science education. *Cult Stud of Sci Educ* 4. (σ. 559–567). DOI: 10.1007/s11422-009-9204-7
- 14) Bell, L. A. (2016). Theoretical foundations for social justice education. *Teaching for Diversity and Social Justice*. 3rd edition. (σ. 3–26).
<http://dx.doi.org/10.4324/9781003005759-2>
- 15) Berkowitz, M., & Simmons, P. (2003). Integrating science education and character education. In D. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. (σ. 117–138).
http://dx.doi.org/10.1007/1-4020-4996-X_7
- 16) Bizzell, P. (2014). Classroom Authority and Critical Pedagogy. *American Literary History*. Vol. 3. No. 4. (σ. 847-863).
<http://www.jstor.org/stable/489894?origin=JSTOR-pdf>
- 17) Branta, C.A. R., & Willox L. (2021). Queering Teacher Education: Teacher Educators' Self-Efficacy in Addressing LGBTQ Issues. *Action In Teacher Education*, Vol. 43. No. 2. (σ. 128–143).
<https://doi.org/10.1080/01626620.2020.1776176>
- 18) Bringle, R., Clayton, P., & Bringle, K. E. (2015). From Teaching Democratic Thinking to Developing Democratic Civic Identity. *Partnerships: A Journal of Service-Learning and Civic Engagement*. 6(1). (σ. 51–76).
https://catwiki.xula.edu/images/e/eb/Partnerships_Democratic_Identity.pdf
- 19) Brown, J. C., & Joyce, M.C. (2023). The Emphasis on Multicultural Science Instruction in NSTA Science Scope and the Science Teacher Journals. *Journal of Science Teacher Education*. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2023.2181506>
- 20) Buckland, P., & Edmondson J. (2010). Critical Pedagogy, Ecoliteracy, and Planetary Crisis: The Ecopedagogy Movement by Richard Kahn. *The International Journal of Illich Studies*. 2(1). (σ.65-70).
https://www.researchgate.net/publication/240595272_Critical_pedagogy_ecoliteracy_planetary_crisis_The_ecopedagogy_movement
- 21) Butler, J.P. (1999). *Gender Trouble: Feminism and the Subversion of Identity*. Routledge. https://lauragonzalez.com/TC/BUTLER_gender_trouble.pdf
- 22) Butterfield, A., McCormick, A., & Farrell S. (2018). Building Lgbtq-Inclusive Chemical Engineering Classrooms and Departments. Vol. 52. No. 2. (σ. 107–113).
file:///C:/Users/eirin/Downloads/perrycollins,+8_Farrell_1_LGBTQ_Diversity+with+footnote_pgs+107-113.pdf

- 23) Britzman, D. (2000). Precocious education. In S. Talburt & S. R. Steinberg (Eds.), *Thinking queer: Sexuality, culture and education*. (σ. 33–59).
<https://www.jstor.org/stable/45136096>
- 24) Campbell, E. (2000). Professional ethics in teaching: towards the development of a code of practice. *Cambridge Journal of Education*. 30(2). (σ. 203-221).
<http://dx.doi.org/10.1080/03057640050075198>
- 25) Capobianco, B. M. (2007). Science Teachers' Attempts at Integrating Feminist Pedagogy through Collaborative Action Research. *Journal Of Research in Science Teaching*. Vol. 44. No. 1. (σ. 1–32). <https://doi.org/10.1002/tea.20120>
- 26) Charamba, E. (2020). Translanguaging in a multilingual class: a study of the relation between students' languages and epistemological access in science, *International Journal of Science Education*.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1783019>
- 27) Chaudhary, V.B., & Berhe, A.A. (2020). Ten simple rules for building an antiracist lab. *PLoS Comput Biol* 16(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1008210>
- 28) Conteh, J. (2018). Translanguaging. *ELT Journal* Volume 72/4.
[doi:10.1093/elt/ccy034](https://doi.org/10.1093/elt/ccy034)
- 29) Daniel, E. (2016). The Usefulness of Qualitative and Quantitative Approaches and Methods in Researching Problem-Solving Ability in Science Education Curriculum. *Journal of Education and Practice*. Vol.7. No.15. (σ. 91-100).
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1103224.pdf>
- 30) Daston, L. (2017). *The History of Science and the History of Knowledge*. University of Chicago. <http://www.journals.uchicago.edu/t-and-c>
- 31) Dawkins-Moultin, L., McDonald, A., & McKyer, L. (2016). Integrating the Principles of Socioecology and Critical Pedagogy for Health Promotion Health Literacy Interventions. *Journal of Health Communication*. 21:sup2. (σ. 30-35).
DOI: 10.1080/10810730.2016.1196273
- 32) Finkel, L. (2018). Infusing Social Justice into the Science Classroom: Building a Social Justice Movement in Science Education. *The Journal of Educational Foundations*. Vol. 31. No. 1 & 2, (σ. 38-56).
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1193696.pdf>
- 33) Fitzpatrick, K., & Russell, D. (2015). On being critical in health and physical education. *Physical Education and Sport Pedagogy*. 20:2. (σ. 159-173).
DOI:10.1080/17408989.2013.837436

- 34) Freire, P. (1974). 'Conscientisation'. *Cross Currents*. 24(1). (σ.23-31).
- 35) Giroux, H. A. (2014). When Schools Become Dead Zones of the Imagination: a critical pedagogy manifesto. *Policy Futures in Education*. Vol. 12. No 4.
www.worlds.co.uk/PFIE
- 36) Gruenewald, D. A. (2003). The best of both worlds: A critical pedagogy of place. *Educational researcher*. 32(4). (σ. 3-12).
<http://links.jstor.org/sici?sici=0013189X%28200305%2932%3A4%3C3%3ATBOBWA%3E2.0.CO%3B2-J>
- 37) Gunckel, K. L. (2009). Queering Science for All Probing Queer Theory in Science Education. *Journal of Curriculum Theorizing*. Vol. 25. No 2. (σ. 62-75).
- 38) Gunckel, K. L. (2019). What Does Queer Theory Have to Do with Teaching Science in Elementary Schools? . *Koninklijke Brill Nv. Leiden*. (σ.147-159).
https://doi.org/10.1163/9789004331068_006
- 39) Häkkinen, P., Järvelä, S., Mäkitalo-Siegl, K., Ahonen, A., Näykki, P., & Valtonen, T. (2017). Preparing teacher-students for twenty-first-century learning practices (PREP 21): a framework for enhancing collaborative problem-solving and strategic learning skills. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*. 23(1). (σ. 25-41). <https://doi.org/10.1080/13540602.2016.1203772>
- 40) Halman, M., Baker, L., Ng., S. (2017). Using critical consciousness to inform health professions education a literature review, *Perspect Med Educ* 6. (σ.12–20). DOI: 10.1007/s40037-016-0324-y
- 41) Hansson, L., & Yacoubian H. (2021). Nature of Science for Social Justice: Why, What and How?. https://doi.org/10.1007/978-3-030-47260-3_1
- 42) Harding, S. (1991). *Whose science? Whose knowledge? Thinking from Women's Lives*, Cornell University Press
- 43) Hardman, F., Abd-Kadir, J., & Smith, F. (2008). Pedagogical renewal: Improving the quality of classroom interaction in Nigerian primary schools. *International journal of educational development*. 28(1). (σ. 55-69).
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijedudev.2007.02.008>
- 44) Hodson, D. (1994). In search of a rationale for multicultural science education. *Science Education*. 77(6). (σ. 685–711).
- 45) Hodson, D. (1999). Going Beyond Cultural Pluralism: Science Education for Sociopolitical Action, *Science education*, Vol83, Issue 6. (σ. 775-796).

- 46) Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*. Vol. 25. No. 6. (σ. 645–670).
<http://dx.doi.org/10.1080/09500690305021>
- 47) Hodson, D. (2004). Going Beyond STS: Towards a Curriculum for Sociopolitical Action. *The Science Education Review*. 3(1). (σ. 1-7).
<https://eric.ed.gov/?id=EJ1057995>
- 48) Hodson, D. (2010). Science Education as a Call to Action. *Canadian Journal of Science. Mathematics and Technology Education*. (σ. 197-206).
<http://dx.doi.org/10.1080/14926156.2010.504478>
- 49) Howe, A. C. (1996), Development of Science Concepts within a Vygotskian Framework, *Science Education* 80(1). (σ. 35-51).
[http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1098237X\(199601\)80:1<35::AIDSCE3>3.0.CO;2-3](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1098237X(199601)80:1<35::AIDSCE3>3.0.CO;2-3)
- 50) Huang, H., Cheng, Y., & Yang, C. (2016). Science Teachers' Perception on Multicultural Education Literacy and Curriculum Practices. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*. (σ. 2761-2775). DOI: 10.12973/eurasia.2017.01252a
- 51) Jickling, B., & Wals, A. (2008). Globalization and environmental education: looking beyond sustainable development. *J. Curriculum Studies*. Vol. 40. No. 1. (σ. 1–21). <https://doi.org/10.1080/00220270701684667>
- 52) Jorgenson, S., Stephens, J., & White, B. (2019). Environmental education in transition: A critical review of recent research on climate change and energy education. *The Journal of Environmental Education*. (σ.160-171). DOI: 10.1080/00958964.2019.1604478
- 53) Kerkhoven, A. H., Russo P., Land-Zandstra, A.M., Saxena, A., & Rodenburg, F.J. (2016). Gender Stereotypes in Science Education Resources: A Visual Content Analysis. *PLoS ONE* 11. DOI: 10.1371/journal.pone.0165037
- 54) Kincheloe, J. L. (2001). Getting beyond the facts: Teaching social studies/social sciences in the twenty-first century. P. Lang.
- 55) Kincheloe, J., & McLaren, P. (2011). Rethinking Critical Theory and Qualitative Research. *Key Work in Critical Pedagogy*: Joe L. Kincheloe. (σ. 285–326).
http://dx.doi.org/10.1007/978-94-6091-397-6_23

- 56) Kolstø, S. (2008), Science education for democratic citizenship through the use of the history of science. *Sci & Educ* 17. (σ. 977–997) DOI: 10.1007/s111910079084-8
- 57) Kopnina, H. N. (2012). Education for Sustainable Development (ESD): The turn away from ‘environment’ in environmental education?. *Environmental Education Research*. (σ. 699-717). DOI:10.1080/13504622.2012.658028
- 58) Letts, W. (2001). When Science is Strangely Alluring: Interrogating the masculinist and heteronormative nature of primary school science. *Gender and Education* - 13. (σ. 261-274). DOI: 10.1080/09540250120063553.
- 59) Luhmann, S. (1998). Queering/querying pedagogy? Or, pedagogy is a pretty queer thing. In W.F. Pinar (Ed.). *Queer theory in education*. (σ. 141–156). https://www.academia.edu/53271604/Queering_Querying_Pedagogy_Or_Pedagogy_Is_a_Pretty_Queer_Thing
- 60) Martin, E. (1991). The egg and the sperm: How science has constructed a romance based on stereotypical male-female roles. *Signs: Journal of Women in Culture and Society*, 16, 485–501. <http://dx.doi.org/10.4324/9781315094106-22>
- 61) McComas, W. (2014). *The Language of Science Education an Expanded Glossary of Key Terms and Concepts in Science Teaching and Learning*. Sense Publishers. <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-6209-497-0>
- 62) McGregor, S. (2003). Critical Science Approach- A primer. *Kappa Omicron Nu FORUM*. 15(1) np. <http://www.kon.org/archives/forum/15-1/nmcgregorcs.html>
- 63) McLaren, P. (2016). *This fist called my heart*. Edited by Pruyn, M. & Huerta-Charles, L. Information Age Publishing. Vol 1
- 64) Miner, J., & Robinson-Hill, R. (2021), Integrating Feminist Pedagogy into Science Teacher Education. *Science education and civic engagement*, (σ. 14-20). <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1342929.pdf>
- 65) Mugaloglu, E. (2014). The Problem of Pseudoscience in Science Education and Implications of Constructivist Pedagogy. *Sci & Educ*. 23. (σ. 829–842). DOI: 10.1007/s11191-013-9670-x
- 66) Nardi, C. L. (2021). Antiracist Opportunities in the Journal of Microbiology and Biology Education: Considerations for Diversity, Equity, and Inclusion. *JMBE*. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>
- 67) National Research Council (NRC). (2012). *A Framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Committee on a

- Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
<https://nap.nationalacademies.org/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts>
- 68) Nielsen-Bohlman, L. (2004). Health literacy: A prescription to end confusion. Institute of Medicine. Washington, DC: National Academies Press.
<https://doi.org/10.17226/10883>
- 69) Nutbeam, D. (2000). Health literacy as a public health goal: A challenge for contemporary health education and communication strategies into the 21st century. *Health Promotion International* (σ. 259–267).
[doi:10.1093/heapro/15.3.259](https://doi.org/10.1093/heapro/15.3.259)
- 70) Nyirenda, J. E. (1996). The Relevance of Paulo Freire's Contributions to Education and Development in Present Day Africa, (σ. 1-20),
<https://n2t.net/ark:/85335/m5qn62d6c>
- 71) Omi, M., & Winant, H. (2014). *Racial formation in the United States*. New York. NY: Routledge.
https://web.colby.edu/readingracenowfall18/files/2014/09/Omi_and_Winant_Preface_and_Ch.4.Racial_Formation.pdf
- 72) Pitporntapin, S., & Topcu, M. (2016). Teaching Based on Socioscientific Issues in Science Classrooms: A review study. *KKU International Journal of Humanities and Social Sciences*. (σ. 119-136).
https://rtt.kku.ac.th/ejournal/pa_upload_pdf/229897.pdf
- 73) Reiss, M. (2019). Thinking Like a Fox: Queering the Science Classroom When Teaching About Sex and Sexuality STEM of Desire: Queer Theories and Science Education. (σ. 255–267). http://dx.doi.org/10.1163/9789004331068_015
- 74) Roberts, D. (2011). *Fatal invention: How science, politics, and big business recreate race in the twenty-first century*. New York, NY: The New Press.
- 75) Rotherham, A. J., & Willingham, D. (2009). 21st century skills: The challenges ahead. *Educational Leadership*. 67(1). (σ. 16–21).
https://www.researchgate.net/publication/281549509_21st_Century_Skills_The_Challenges_Ahead
- 76) Ross, A. (2000). The mental labor problem. *Social Text*. 18(2). (σ. 1–31).
http://dx.doi.org/10.1215/01642472-18-2_63-1

- 77) Ross, B. (2015). Critical pedagogy as a means to achieving social accountability in medical education. *International Journal of Critical Pedagogy*. (σ.169-186).
https://www.researchgate.net/publication/283421188_Critical_pedagogy_as_a_means_to_achieving_social_accountability_in_medical_education
- 78) Rouse, J. (1993). *What Are Cultural Studies of Scientific Knowledge?*. Johns Hopkins University Press. Vol 1. No 1. (σ.1-22). DOI: 10.1353/con.1993.0006
- 79) Russell, S. T., Bishop, M. D., Saba, V.C., & James, I. (2021). Promoting School Safety for LGBTQ and All Students. *Policy Insights Behav Brain Sci*. 8(2).
<https://doi.org/10.1177%2F23727322211031938>
- 80) Rutherford, J., (2001). Fostering the History of Science in American Science Education, *Science & Education* 10. (σ. 569–580).
<http://dx.doi.org/10.1023/A:1017533226287>
- 81) Säily, L., Huttunen, R., Heikkinen, Tomi, H., Kiilakoski, & Kujala, T. (2021). Designing education democratically through deliberative crowdsourcing: the case of the Finnish curriculum for basic education, *Journal of Curriculum Studies*. (σ.841-856). <https://doi.org/10.1080/00220272.2020.1857846>
- 82) Saunders, K., & Rennie, R. (2013). A Pedagogical Model for Ethical Inquiry into Socioscientific Issues in Science. *Res Sci Educ* 43. (σ.253–274). DOI: 10.1007/s11165-011-9248-z
- 83) Scholer, A.M. (2002). Sexuality in the science classroom: One teacher's methods in a college biology course. *Sex Education*. (σ. 75–86).
<https://doi.org/10.1080/14681810220133631>
- 84) Shapira-Lishchinsky, O. (2010). Teachers' critical incidents: Ethical dilemmas in teaching practice. *Teaching and Teacher Education* 27, (σ. 648-656).
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2010.11.003>
- 85) Sheth, M. (2019). Grappling with racism as foundational practice of science teaching. *Science Education*. 103. (σ. 37–60). <http://dx.doi.org/10.1002/sce.21450>
- 86) Shih, Y. (2018). Some Critical Thinking on Paulo Freire's Critical Pedagogy and Its Educational Implications. *International Education Studies*. Vol. 11. No. 9. (σ. 64-7). <http://dx.doi.org/10.5539/ies.v11n9p64>
- 87) Snapp, S.D., Burdge, H., Licona, A.C., Moody, R.L., & Russell, S.T. (2015). Students' Perspectives on LGBTQ-Inclusive Curriculum. *Equity and Excellence in Education*, (σ. 249–265). DOI: 10.1080/10665684.2015.1025614.

- 88) Stevenson, R. (2006). Tensions and transitions in policy discourse: Recontextualising a decontextualised EE/ESD debate. *Environmental Education Research* 12. (σ.277–290). <http://dx.doi.org/10.1080/13504620600799026>
- 89) Solbes, M., & Traver, M. (2003). Against a Negative Image of Science: History of Science and the Teaching of Physics and Chemistry. *Science & Education*. 12, (σ.703–717). <http://dx.doi.org/10.1023/A:1025660420721>
- 90) Solbes, M., Jordi, P. F., Rafael, D., Sales, M., Consuelo. (2018). To what extent do pseudosciences affect teachers? A look at the mindset of science teachers in training. *Mètode Science Studies Journal*. vol. 8. (σ. 188-195). <https://doi.org/10.7203/metode.8.9943>
- 91) Somerville, J., & Faltis, C. (2019). Dual languaging as strategy and translanguaging as tactic in two-way dual language programs. *Theory Into Practice*, (σ. 164–175). <https://doi.org/10.1080/00405841.2019.1569380>
- 92) Taylor, E.P.C., Taylor, J., & Hill. (2018). Ethical Dilemma Story Pedagogy – A Constructivist Approach to Values Learning and Ethical Understanding. *Proceedings of the Science and Mathematics International Conference*. [https://www.researchgate.net/publication/329525092_Ethical_Dilemma_Story_Pedagogy_-
_A_Constructivist_Approach_to_Values_Learning_and_Ethical_Understanding](https://www.researchgate.net/publication/329525092_Ethical_Dilemma_Story_Pedagogy_-_A_Constructivist_Approach_to_Values_Learning_and_Ethical_Understanding)
- 93) Upadhyay, B., Barton, A., & Zahur, R. (2005). Teaching Science in a Poor Urban School in Pakistan: Tensions in the Life History of a Female Elementary Teacher, *Science Education*, Vol.89. No5. (σ. 725-743). <http://dx.doi.org/10.1002/sce.20067>
- 94) Vygotsky, L. (1993). Σκέψη και Γλώσσα. Φιλοσοφική και Πολιτική Βιβλιοθήκη. Μετάφραση: Ρόδη, Α., Γνώση
- 95) Wigginton, B., & Lafrance, M. (2019). Learning critical feminist research: A brief introduction to feminist epistemologies and methodologies. *Feminism & Psychology*. (σ. 1–17). <http://dx.doi.org/10.1177/0959353519866058>
- 96) Wistrøm, O., & Madsen. J. (2018). Democracy and science: two sides of the same coin?. *pedagogikk og kritikk*. Vol. 4. (σ. 50–68). <http://dx.doi.org/10.23865/ntpk.v4.559>
- 97) Zaboski, B., & Therriault, D. (2019). Faking science: scientificness, credibility, and belief in pseudoscience, *Educational Psychology* <https://doi.org/10.1080/01443410.2019.169464>