

ΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΝ «ΕΠΟΧΗ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΩΝ» & ΤΗΣ «ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ»

Βασίλης Τσελφές

Ομότιμος Καθηγητής, ΤΕΑΠΗ, ΕΚΠΑ

tselfesv@ecd.uoa.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 άρχισε να γίνεται αποδεκτό ότι οι στόχοι της γενικής Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) πρέπει να μετασχηματιστούν. Η αλλαγή του διεθνούς οικονομικού τοπίου, η αλματώδης ανάπτυξη των κάθε μορφής Τεχνολογιών (Τ), παράλληλα με τα τότε διαφαινόμενα ζητήματα προστασίας του περιβάλλοντος, έδειχναν ότι δεν αρκεί οι ΦΕ να προσεγγίζονται μόνον ως «γνώση» που μας επιτρέπει να «κατανοούμε» τη «φύση». Με κάποιον τρόπο θα έπρεπε όλοι οι πολίτες να μνηθούν στη λογική ότι οι ΦΕ σε συνεργασία με τις Τ συγκροτούσαν πανίσχυρα εργαλεία καθημερινής παρέμβασης και στη «φύση» και στις κοινωνίες. Αυτή η μύηση ονομάστηκε «Επιστημονικός Γραμματισμός» (ΕΓ) και επιχειρήθηκε με διάφορους τρόπους που δεν έχουν περιλάβει ουσιαστικά την αξιοποίηση του εκπαιδευτικού εργαστηρίου. Πού και με ποια μορφή τοποθετείται εντός της εκπαίδευσης το εργαστήριο των ΦΕ, μετά από τέσσερις σχεδόν δεκαετίες;

Λέξεις κλειδιά: εκπαιδευτικό εργαστήριο ΦΕ, επιστημονικός γραμματισμός, ικανότητες κλιματικής αλλαγής

Αναφορά: Τσελφές, Β. (2025). *Το Εκπαιδευτικό Εργαστήριο των Φυσικών Επιστημών την «Εποχή των Γραμματισμών» & της «Κλιματικής Αλλαγής»*, στο Κώτσης Κ.Θ. & Στύλος Γ., (Επιμέλεια), *Πείραμα και Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Επετειακός Τόμος για τα 40 χρόνια του ΠΤΔΕ Ιωαννίνων*, Εργαστήριο Εκπαίδευσης και Διδασκαλίας της Φυσικής, Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. ISBN: 978-618-82063-5-9

THE EDUCATIONAL SCIENCE-LAB IN THE AGE OF “SCIENTIFIC LITERACY” & “CLIMATE CRISIS”

Vasilis Tselfes

Emeritus Professor, DECE, NKUA, Greece

tselfesv@ecd.uoa.gr

ABSTRACT

Since the late 1980s it has begun to be accepted that the aims of Science Education need to be transformed. The change in the international economic landscape, the rapid development of all forms of Technologies, alongside the issues of environmental protection, showed that it is not enough to approach sciences only as “knowledge” that allows us to “understand” nature. In some way, all citizens should be introduced to the logic that sciences in collaboration with technologies constituted powerful tools of daily intervention both in nature and in societies. This initiation was called “Scientific Literacy” and was attempted in a variety of ways that did not essentially involve the use of the educational lab. Where and in what form is the science laboratory placed in education, after almost four decades?

Keywords: *educational science-lab, Scientific Literacy, climate change competencies*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα «πειράματα» στη διδασκαλία και τη μάθηση (δ-μ) των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) στην τυπική και μη τυπική εκπαίδευση ή το ευρύτερο πλαίσιο των «εργαστηριακών δραστηριοτήτων» που τα περιλαμβάνει, έχουν εμφανιστεί από τον 19^ο αιώνα. Από την εποχή, δηλαδή, όπου καθιερώθηκε η δ-μ των ιδεών, θεωριών και μοντέλων των ΦΕ στη γενική εκπαίδευση όλων των πολιτών (δες π.χ. Hofstein, 2017).

Ο σαφής προσδιορισμός των εκπαιδευτικών εργαστηριακών δραστηριοτήτων είναι βέβαια δύσκολος, μιας και αυτές, με βάση τις σχολικές πρακτικές, αναφέρονται, σε ποικίλες δραστηριότητες και εμπειρίες όπου μαθητές και εκπαιδευτικοί αλληλοεπιδρούν με εξοπλισμό, υλικά και πηγές δεδομένων για να αναπαραστήσουν/ παρατηρήσουν τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου και να κατανοήσουν τις επιστημονικές ιδέες που τα ερμηνεύουν (Hegarty-Hazel, 1990). Στην επιστημονική πρακτική, όμως, οι ίδιες δραστηριότητες αναφέρονται σε προσχεδιασμένες, με βάση θεωρητικά μοντέλα, παρεμβάσεις στον υλικό κόσμο· παρεμβάσεις, που κατασκευάζουν πρωτότυπα υλικά τεχνήματα, δεδομένα και τεκμήρια, μέσω των οποίων καθίστανται αισθητές και έγκυρες οι μη, καταρχήν, εμπειρικά προσεγγίσιμες οντότητες-ιδέες και αναπαραστάσεις των θεωρητικών μοντέλων (Τσελφές, 2002·

Hacking, 1992, 1995). Ενώ δηλαδή, στα επιστημονικά εργαστήρια κατασκευάζονται νέα, μη αναμενόμενα κομμάτια «Κόσμου», τα εκπαιδευτικά εργαστήρια δεν ενδιαφέρονται κατά κανόνα για τις κατασκευές· αντιλαμβάνονται τα εργαστηριακά κομμάτια του «Κόσμου» (συσκευές, όργανα μέτρησης, δείγματα κ.λπ.) ως δεδομένες φυσικές οντότητες, τις οποίες προσεγγίζουν κυρίως γνωστικά (τις παρατηρούν, τις αναπαριστούν, τις κατανοούν...), με τις παρεμβάσεις τους σ' αυτές να περιορίζονται σε επίπεδο χειρισμού (με προσοχή... για να μην τις χαλάσουμε!) και σπανίως σε επίπεδο κατασκευής· κατασκευής που αν και όταν συμβαίνει αποτελεί συνήθως υποχρέωση και πρόβλημα των διδασκόντων και όχι των μαθητών.

Επιπλέον, πολλά από τα υλικά τεχνήματα που παράγονται από τις επιστημονικές-εργαστηριακές παρεμβάσεις, μετασχηματίζονται και αναπαράγονται ως καθημερινά, εμπορεύσιμα αγαθά και με τον τρόπο αυτό αποτελούν τη σημαντικότερη «γέφυρα» ανάμεσα στην επιστημονική δραστηριότητα και τις κοινωνικές, οικονομικές και εν τέλει πολιτισμικές δομές των κοινωνιών που τη στηρίζουν (Hacking, 1997, 1999). Τα αγαθά αυτά (από μετροταινίες, θερμόμετρα και μαγνήτες, μέχρι διηθητικά χαρτιά, μικροσκόπια και αποστακτήρες) τα συναντάμε και στα εκπαιδευτικά εργαστήρια, ως υλικά που προμηθευόμαστε από την αγορά και όχι ως τεχνήματα που έχουν κατασκευαστεί σε επιστημονικά εργαστήρια. Το γεγονός αυτό δημιουργεί επιπλέον προβλήματα στις προσπάθειες της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (ΔΦΕ) να προσεγγίσει με σαφήνεια τις εκπαιδευτικές-εργαστηριακές ή και πειραματικές δραστηριότητες των ΦΕ, εντός των κάθε φορά, πολιτικά προφανώς, προκαθορισμένων εκπαιδευτικών στόχων που ορίζουν οι κοινωνίες, διότι:

(α) ο μετασχηματισμός των εργαστηριακών τεχνημάτων σε εμπορεύσιμα καταναλωτικά αγαθά περνάει μέσα από τη δραστηριότητα της Τεχνολογίας, η οποία, αφενός αποτελεί ένα είδος Τέχνης, με την παλαιότερη σημασία του όρου, όταν η Τέχνη δεν σήμαινε μόνον τις Καλές Τέχνες (Schatzberg, 2024) και αφετέρου δεν ταυτίζεται με κανέναν τρόπο με αυτό που στις μέρες μας αναπαριστούμε και διακινούμε με τον όρο «Νέες Τεχνολογίες»,

(β) τα μετασχηματισμένα σε καταναλωτικά αγαθά εργαστηριακά τεχνήματα, από τα θερμόμετρα μέχρι τα κινητά τηλέφωνα, τους Η/Υ και το διαδίκτυο, δεν μπορούν εύκολα να λειτουργήσουν ως εργαστηριακές συσκευές· να χρησιμοποιηθούν δηλαδή αβασάνιστα για τη διερεύνηση και κατανόηση θεωρητικών επιστημονικών ιδεών. Αυτό συμβαίνει επειδή, από «κεκτημένη ταχύτητα», οι θεωρητικές υποθέσεις που τα «γέννησαν» δεν λαμβάνονται υπόψη στην εργαστηριακή πράξη που τα διαχειρίζεται. Για παράδειγμα, κανείς δεν φαίνεται να ενδιαφέρεται για το γεγονός ότι τα θερμόμετρα ενώ δηλώνουν ότι μετρούν θερμοκρασίες, μετρούν μήκος (τα υδραργυρικά), γωνίες (τα διμεταλλικά) και τάσεις επαφής (τα θερμοστοιχεία)· και ασφαλώς, σημαντικά τεχνολογικά τους χαρακτηριστικά αποκρύπτονται ως εταιρικά απόρρητα. Λειτουργούν, με άλλα λόγια, ως «μαύρα κουτιά», υποσχόμενα απολύτως προβλέψιμη/προγραμματισμένη συμπεριφορά αγνώστου όμως αιτιολογίας και για περιορισμένα, αν και συνήθως μεγάλα, χρονικά διαστήματα· μέχρι να «χαλάσουν». Και αυτό σε αντίθεση με τα φυσικά κομμάτια του «Κόσμου» μας (δες για παράδειγμα, τα βιολογικά, καιρικά

ή σεισμικά συστήματα, τα ουράνια σώματα, με τη «ζωή», τις μεταβολές, την κίνηση τους κ.λπ.), τα οποία κατά κανόνα αυτορυθμίζονται λειτουργικά, ελέγχονται με εξαιρετική δυσκολία και μεταβάλλονται σε σημαντικό βαθμό απρόβλεπτα (στην καλύτερη περίπτωση, εντός διαστημάτων εμπιστοσύνης). Και τέλος,

(γ) από την εμφάνιση των εκπαιδευτικών-εργαστηριακών δραστηριοτήτων στη γενική εκπαίδευση, μέχρι τις μέρες μας, έχουν πραγματοποιηθεί, παγκοσμίως, περισσότερες από μία θεαματικές κοινωνικο-πολιτισμικές μεταβολές, που έχουν επηρεάσει δραματικά τους γενικότερους εκπαιδευτικούς σκοπούς και στόχους, άλλοτε σε εθνικό και άλλοτε σε παγκόσμιο επίπεδο. Όπως είναι αναμενόμενο, οι αλλαγές αυτές έχουν επηρεάσει και τον εκπαιδευτικό ρόλο της δ-μ των ΦΕ (Τσελφές, 2021, 2022) και τον ρόλο της χρήσης των εργαστηριακών δραστηριοτήτων (δες για παράδειγμα Gericke, Högström & Wallin, 2023).

Ως εκ τούτου, για να πετύχω να καταγράψω σε αυτό το άρθρο τα όσα φαίνεται να υπόσχεται ο τίτλος του θα προσπαθήσω να απαντήσω, σε τρία ερωτήματα που γεννούν οι παραπάνω επισημάνσεις, με την ακόλουθη σειρά:

1. με ποιους τρόπους οι κοινωνικο-πολιτισμικές ανακατατάξεις ενός περίπου αιώνα επέδρασαν πάνω στις γενικότερες εκπαιδευτικές στοχεύσεις και πρακτικές, μέρος των οποίων αναφέρεται στις ΦΕ και τις εργαστηριακές τους δραστηριότητες;
2. ποιες παρεμβάσεις των τεχνολογιών εμφανίζονται στη λειτουργία και τις σχέσεις των εκπαιδευτικών-επιστημονικών εργαστηρίων και των επαγγελματικών επιστημονικών δραστηριοτήτων;
3. πώς μεταβάλλονται οι πολιτικά και εκπαιδευτικά καθοδηγούμενες στοχεύσεις και χρήσεις των εργαστηριακών δραστηριοτήτων στους χώρους της τυπικής και μη γενικής εκπαίδευσης;

Τέλος, με βάση τις απαντήσεις στα ερωτήματα αυτά σκοπεύω να υποστηρίξω ότι:

A. παρά την πάνω από έναν αιώνα εκπαιδευτική εμπειρία, το εργαστήριο ή το πείραμα στη γενική εκπαίδευση των πολιτών εξακολουθεί να πάσχει από την οντολογική «ασθένεια» που, (δες και την περίπτωση της Ελλάδας) έχει προκαλέσει σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης ο βαθιά ριζωμένος στον πολιτισμό μας Καρτεσιανός δυισμός: μια «ασθένεια» που περιθωριοποιεί τις δυνατότητες του εκπαιδευτικού εργαστηρίου μέσα σε ένα εκπαιδευτικό σύστημα που ξεχωρίζει και εκπαιδεύει κυρίως τα «μυαλά» ενώ αδιαφορεί επιδεικτικά και συστηματικά για τα «σώματα», καθώς και ότι,

B. το εκπαιδευτικό εργαστήριο των ΦΕ, απαλλαγμένο από τις νοητικές και παρεμβατικές προκαταλήψεις, τις σχετικές με την πεποίθηση για το αν ο ανθρώπινος «νους» είναι ή όχι λειτουργικά αναπόσπαστο μέρος του «σώματος», οφείλει να αποτελέσει οδηγό σε μια εξαιρετικά επείγουσα μετατροπή όλων, αν είναι δυνατόν, των γνωστικών αντικειμένων της γενικής εκπαίδευσης σε εργαστηριακές κατευθύνσεις. Μια μετατροπή που είναι πιθανό ότι θα μπορέσει να προσεγγίσει τους μαθητές ως νέους και όχι ως μελλοντικούς πολίτες και να τους διδάξει «ικανότητες». Τρόπους και τεχνικές χρήσης των γνώσεων σε παρεμβάσεις που τροποποιούν τον καθημερινό τους

«κόσμο» και όχι «αδρανείς» για την καθημερινότητά τους γνώσεις, με τις οποίες θα αναπαραστήσουν τον κόσμο τους όταν στο μέλλον γίνουν πολίτες (Whitehead, 1929)· με την ελπίδα ότι θα προλάβουμε ως κοινωνίες ανθρώπων να δημιουργήσουμε συνθήκες αξιοπρεπούς επιβίωσης πάνω στον πλανήτη, που αποσταθεροποιούμε συστηματικά και απρόβλεπτα, λόγω και της έλλειψης κατάλληλων ικανοτήτων.

ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΤΟΥ «SPUTNIK» ΣΤΗ ΔΙΑΦΑΙΝΟΜΕΝΗ «ΑΠΟ-ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΠΟΙΗΣΗ»: ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΕΙΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ

Για να απαντήσω στο πρώτο ερώτημα, θα περιοριστώ στην περίοδο που ξεκινά με το τέλος του δεύτερου παγκόσμιου πολέμου και φτάνει μέχρι τις μέρες μας. Ο λόγος γι' αυτή την επιλογή βρίσκεται στην εκτίμησή μου ότι οι κοινωνικο-πολιτισμικές ανακατατάξεις αυτής της περιόδου έχουν αφήσει σημαντικά και ευδιάκριτα σημάδια πάνω στις γενικότερες εκπαιδευτικές στοχεύσεις και πρακτικές της εποχής μας (δες π.χ. National Research Council, 2006)· σε αντίθεση, για παράδειγμα με την περίοδο του μεσοπολέμου, που τις παρακαταθήκες της, τις έσβησαν οι καταστροφές της δεκαετίας του 1940, σε βαθμό που όσες απ' αυτές ανασύρονται σήμερα από τη βιβλιογραφία να φαντάζουν ως καινοτόμες· δες για παράδειγμα τα ανεστραμμένα προγράμματα σπουδών -flipped curricula- του Dewey (Stoller, 2018).

Την περίοδο αυτή χωρίζω σε τρεις υπο-περιόδους: (Α) την περίοδο του Ψυχρού Πολέμου (ΨΠ), (Β) την περίοδο της Παγκοσμιοποίησης και (Γ) την τρέχουσα περίοδο της διαφανόμενης απο-παγκοσμιοποίησης.

Α. Στην Ελλάδα, η οποία εντάχθηκε στο αμερικανοκρατούμενο Δυτικό Μπλοκ, η εκπαιδευτική πολιτική την μεταπολεμική περίοδο του ΨΠ χαρακτηρίστηκε από το «πνεύμα» της «National Defense Education Act του 1958» (U.S. Congress, 1958), στην Αμερική του «Sputnik shock». Η πολιτική αυτή κινήθηκε στην κατεύθυνση: εκπαιδεύουμε τους μαθητές της Γενικής Εκπαίδευσης για να αναπτύξουμε την πολεμική-αμυντική ικανότητα της χώρας, μέσω της ανάπτυξης των Επιστημών, των Μαθηματικών, των ξένων γλωσσών και ασφαλώς των Πανεπιστημίων/ Κολεγίων που θεραπεύουν τις «θετικές επιστήμες»· χωρίς, κατά το δυνατόν, κοινωνικούς αποκλεισμούς, επειδή τα «ταλέντα» μπορεί να προέλθουν και από τις κατώτερες κοινωνικές-οικονομικές τάξεις (Ebert-Flattau et.al., 2006). Η πολιτική αυτή εφαρμόστηκε με μεγάλη επιτυχία στην Ελλάδα, (α) μέσω της υποχρεωτικής δωρεάν εκπαίδευσης για όλους τους πολίτες, σε ένα επιστημονικό, κατά το δυνατόν, περιεχόμενο σπουδών γενικής εκπαίδευσης (για παράδειγμα, το περιεχόμενο για τις ΦΕ συγκροτήθηκε με βάση το περιεχόμενο των εισαγωγικών πανεπιστημιακών μαθημάτων) και (β) των Πανελληνίων Εξετάσεων. Στην Αμερική, η συμμετοχή φοιτητών από χαμηλά κοινωνικο-οικονομικά στρώματα προωθήθηκε μέσω «φοιτητικών δανείων», που κατέστρεφαν και εξακολουθούν να καταστρέφουν οικονομικά και εκ των υστέρων, τους μη ιδιαίτερα επιτυχημένους επαγγελματικά επιστήμονες, που τα πήραν ως φοιτητές.

Στην Ελλάδα, διατηρούμε στην πράξη μέχρι σήμερα και επεκτείνουμε πολλά από τα χαρακτηριστικά αυτής της εκπαιδευτικής προσαρμογής. Δες για παράδειγμα την πρόσφατη καθιέρωση διαδικασιών Πανελληνίων Εξετάσεων για την εισαγωγή μαθητών στα Πρότυπα Γυμνάσια ή την αντίστοιχη διαδικασία επιλογής εργαζομένων στον δημόσιο τομέα (εξετάσεις ΑΣΕΠ). Διατηρούμε επίσης την «επιστημοσύνη» του περιεχομένου των «πρωτευόντων μαθημάτων» που διδάσκονται στη Γενική Εκπαίδευση και εξετάζονται γραπτά στις Πανελλήνιες Εξετάσεις για την εισαγωγή στα Πανεπιστήμια: εξετάσεις που στην εποχή τους λειτούργησαν, σε σημαντικό βαθμό δημοκρατικά, συμπεριληπτικά και προοδευτικά ενώ στις μέρες μας χαίρουν καθολικής κοινωνικής εκτίμησης, επειδή εξακολουθούν να εφαρμόζονται με απολύτως αδιάβλητες διαδικασίες.

Β. Η μετά την κατάρρευση του σοσιαλιστικού μπλοκ περίοδος της κυριαρχίας της νεοφιλελεύθερης πολιτικής της παγκοσμιοποίησης, οδήγησε σε μια σειρά από εκπαιδευτικές προσαρμογές, με «πρωτοπόρο» τον νόμο για την εκπαίδευση του 1988, που εισήχθη από την κυβέρνηση Θάτσερ στο Ηνωμένο Βασίλειο (Fisher, 2008). Προσαρμογές που μέρος τους επιχειρούμε να εφαρμόσουμε καθυστερημένα, αυτή την εποχή, στην Ελλάδα: μια ιδιόρρυθμη «συνήθεια» του Ελληνικού πολιτικού συστήματος το οποίο πολλές φορές «καταφέρνει» να μεταφέρει άκριτα και να ενεργοποιεί στον τόπο μας «καινοτομίες», με τέτοια όμως καθυστέρηση που τις αποδιοργανώνει... Η «συνήθεια» αυτή δεν βγαίνει συνήθως σε κακό. Οι ικανότητες αυτοοργάνωσης της Ελληνικής κοινωνίας είναι απίστευτα αποδοτικές: προσάρμοσαν, για παράδειγμα, τις Αμερικανικής προέλευσης μεταπολεμικές εκπαιδευτικές αλλαγές με έναν κοινωνικά δίκαιο τρόπο, χωρίς για παράδειγμα να παγιδεύουν με δάνεια τους μελλοντικούς επιστήμονες και καθυστέρησε τις επερχόμενες αλλαγές της παγκοσμιοποίησης, μέχρι που τα σημάδια της αποτυχίας τους άρχισαν να είναι ορατά.

Συγκεκριμένα, οι εκπαιδευτικές μεταβολές που επιχείρησε η (νέο)φιλελεύθερη παγκοσμιοποίηση του τέλους της δεκαετίας του 1980, αρχές του 1990, ήταν σαρωτικές και κινήθηκαν κάτω από την πίεση μιας περίπου παγκόσμιας μετατόπισης της προσέγγισης του κοινωνικού εγχειρήματος της εκπαίδευσης (γενικής και τριτοβάθμιας), από τον προσανατολισμό της ως «υποχρέωσης των θεσμών» και «δικαιώματος των πολιτών», στον οικονομικό προσανατολισμό της κερδοφόρου «επένδυσης». Μια μετατόπιση που σχολιάζεται αναλυτικά στο κείμενο της UNESCO (2015), *Rethinking Education. Towards a global common good?*

Τα χαρακτηριστικά αυτής της οικονομικά κατευθυνόμενης και παγκόσμιας μετατόπισης των εκπαιδευτικών προσαρμογών καθώς και κάποιες πιθανές αρνητικές συνέπειές τους ήταν, σε συντομία, τα ακόλουθα (Sahlberg, 2016):

1. Ανάπτυξη ανταγωνισμού με προώθηση εταιρικών μοντέλων για την ανάπτυξη της εκπαίδευσης και την καθιέρωση των αλλαγών της: Ο ανταγωνισμός λειτουργεί ως μηχανισμός της αγοράς που μπορεί να εφαρμοστεί και στην εκπαίδευση βελτιώνοντας την κερδοφορία αλλά και την ποιότητα. Η υπόθεση αυτή οδηγεί σε προσαρμογή των εθνικών εκπαιδευτικών πολιτικών στις «αρχές της αγοράς», με τις αλλαγές να καθοδηγούνται από μοντέλα ή καινοτομίες του εταιρικού κόσμου (δες π.χ. Giroux,

1999· Ryan, 2001). Για παράδειγμα, αν ανοίξουμε τη «σχολική αγορά» σε επιχειρήσεις παρόχων διαφοροποιημένων υπηρεσιών σχολικής εκπαίδευσης (π.χ. charter schools, free schools, independent schools... ή ιδιωτικά, πειραματικά, πρότυπα σχολεία...) και κυρίως αν θεσμοθετήσουμε τη δυνατότητα επιλογής του σχολείου από τους γονείς, είναι περίπου βέβαιο ότι θα ενισχυθεί ο ανταγωνισμός μεταξύ των σχολείων και των παρεχόμενων υπηρεσιών.

Πιθανές αρνητικές συνέπειες: είναι πιθανό ότι θα αυξηθούν οι προσπάθειες για αναβάθμιση της ατομικής/ προσωπικής «αριστείας» (του σχολείου, του εκπαιδευτικού ή του μαθητή), προκαλώντας παράλληλη υποβάθμιση των ευκαιριών συνεργασίας και ανάπτυξης των σχετικών με αυτή ικανοτήτων. Ο αυξανόμενος, δηλαδή, ανταγωνισμός μεταξύ των σχολείων συνδέεται με προσπάθειες για προσέλκυση πόρων και περιορίζει τις ευκαιρίες συνεργασίας, ανταλλαγής ιδεών και αλληλοβοήθειας. Ταυτόχρονα, οι κουλτούρες της δ-μ στα ανταγωνιζόμενα σχολεία επηρεάζονται στην ίδια κατεύθυνση, έτσι ώστε η συνεργατική μάθηση και η συνεργατική επαγγελματική ανάπτυξη να μην αποτελούν κεντρικές αξίες, με τη σχολική επιλογή να οδηγεί σε διακρίσεις μεταξύ μαθητών και δασκάλων που είναι επιβλαβείς για την ισότητα στην εκπαίδευση (δες π.χ. Brathwaite, 2017· Hursh & Martina, 2014).

2. Τυποποίηση διδασκαλίας και μάθησης: Για να λειτουργεί (παγκόσμια αν είναι δυνατόν) ο ανταγωνισμός, χρειάζονται σαφή, αντικειμενικά, διεθνή και εκ των προτέρων καθορισμένα κριτήρια σύγκρισης των αποτελεσμάτων. Γι' αυτό καθορίζονται κεντρικά σαφή και υψηλά πρότυπα απόδοσης (standards) για όλα τα σχολεία, τους δασκάλους και τους μαθητές τους, που καθοδηγούν τους στόχους για τη βελτίωση της ποιότητας και τη σύγκριση των αποτελεσμάτων ενώ παράλληλα, τα διεθνώς αναγνωρισμένα κριτήρια, διευκολύνουν και τη διεθνή κινητικότητα.

Πιθανές αρνητικές συνέπειες: Η τυποποίηση προσανατολίζει την εκπαίδευση στην κατεύθυνση της αναπαραγωγής κυρίως γνώσεων, που μπορούν να ελεγχθούν μέσω τεστ, εις βάρος των ικανοτήτων δημιουργίας και καινοτομίας, που δεν μπορούν. Επιπλέον, αλλάζει τη δυναμική της διδασκαλίας από μια ανοιχτή, μη γραμμική διαδικασία αμοιβαίας εξερεύνησης με πολλές φορές απρόβλεπτα μαθησιακά αποτελέσματα (π.χ. καινοτόμα ή δημιουργικά), σε γραμμική διαδικασία με αιτιωδώς μονοσήμαντα και αναμενόμενα αποτελέσματα. Αυτό περιορίζει τις προσεγγίσεις διαφοροποίησης και συμπερίληψης, ελαχιστοποιεί την ανάληψη ρίσκου στη διδασκαλία και την προσανατολίζει προς τη χρήση μεθόδων που προσβλέπουν στην επιτυχία των μαθητών στα τεστ και όχι στην πολύπλευρη κατανόηση του περιεχομένου (δες π.χ. Posner, 2004· Longo, 2010· Volante, 2004).

3. Επικέντρωση στη γλώσσα, τα μαθηματικά και την επιστήμη: Οι βασικές γνώσεις και δεξιότητες στην ανάγνωση, τη γραφή, τα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες χρησιμεύουν ως πρωταρχικοί στόχοι της παγκόσμιας εκπαιδευτικής μεταρρύθμισης. Αυτά τα αντικείμενα καθορίζουν τη θέση μιας χώρας στους πίνακες διεθνών «πρωταθλημάτων» εκπαίδευσης (δες προγράμματα PISA, TIMMS...). Η υπόθεση που δικαιολογεί την εστίαση σε αυτά τα «βασικά αντικείμενα» βρίσκεται στην εμπειρικά επιβεβαιωμένη, θετική συσχέτιση μεταξύ της επίδοσης ενός μαθητή στη γλώσσα και

τα μαθηματικά και τη γενικότερη ακαδημαϊκή του επιτυχία (δες π.χ. Sellar & Lingard, 2014).

Πιθανές αρνητικές συνέπειες: Σημαντικότερη είναι η περιθωριοποίηση στα προγράμματα σπουδών και στα περισσότερα μέρη του κόσμου, των κοινωνιολογικών και πολιτισμικών γνωστικών αντικειμένων. Ως αποτέλεσμα, το προφίλ των σχολείων γενικής εκπαίδευσης τείνει να γίνει περίπου ακαδημαϊκό και το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη «ολόκληρης» της προσωπικότητας του παιδιού υποβαθμίζεται, λόγω της μείωσης του χρόνου για ενασχόληση με τις τέχνες, τη μουσική, το θέατρο, τα αθλήματα, τις κοινωνικές δράσεις, τα πολιτικά και οικονομικά προβλήματα κ.ο.κ.

4. Τυποποιημένη λογοδοσία εκπαιδευτικών: Στηρίζεται στις επιδόσεις των σχολείων και την αύξηση των επιδόσεων των μαθητών και πραγματοποιείται με διαδικασίες αξιολόγησης, επιθεώρησης και επιβράβευσης σχολείων και δασκάλων (δες π.χ. Cochran-Smith, Piazza & Power, 2012). Οι τυποποιημένες δοκιμές έχουν κεντρικό στόχο την παραγωγή δεδομένων προς σύγκριση. Όσοι επικρατούν κερδίζουν συνήθως οικονομικές ανταμοιβές, ενώ τα σχολεία και οι εκπαιδευτικοί που αποτυγχάνουν αποδοκιμάζονται ή τιμωρούνται ποικιλοτρόπως.

Πιθανές αρνητικές συνέπειες: Η κυριαρχία της αξιολόγησης-βαθμολόγησης-σειροθέτησης των εκπαιδευτικών μονάδων και των ανθρώπινων παραγόντων, ως κατευθύνουσα μεταβλητής του εκπαιδευτικού συστήματος, ωθεί προς στόχους χειραγώγησης, εις βάρος του περιεχομένου, που θα έπρεπε να αποτελεί την κατευθύνουσα μεταβλητή (θα έπρεπε να μας απασχολεί πρωτίστως το *τι θα μάθουν τα παιδιά μας και όχι τι βαθμό θα πάρουν αυτά και οι εκπαιδευτικοί τους*). Όταν το διακύβευμα της λογοδοσίας είναι υψηλό, μετασχηματίζει τη διδασκαλία στην κατεύθυνση ανάπτυξης δεξιοτήτων επιτυχίας στα τεστ και τις αναφορές αξιολόγησης. Ενδέχεται επίσης να αυξήσει το «μαγείρεμα» στα τεστ και τις αναφορές, εάν το διακύβευμα περιλαμβάνει ανταμοιβές ή κυρώσεις για τους δασκάλους ή το σχολείο. Αυτό έχει αυξήσει τη γραφειοκρατία, επειδή η ποιοτική και ασφαλής διαχείριση των δεδομένων απαιτεί περισσότερους πόρους. Μπορεί επίσης να αυξήσει τις διδασκαλίες που στοχεύουν στην «επίδειξη» καλών πρακτικών από τους εκπαιδευτικούς αντί να βοηθάει πραγματικά τους μαθητές να μάθουν (Cochran-Smith, Piazza & Power, 2012). Περιορίζει, δηλαδή, την εστίαση στην παιδαγωγική και ενθαρρύνει την ανάπτυξη τυποποιημένων και προβλέψιμων, αλλά ασφαλών συμπεριφορών ή την επίδειξη και όχι την άσκηση ικανοτήτων από τους εκπαιδευτικούς.

Γ. Οι αρνητικές συνέπειες των (νέο)φιλελεύθερων εκπαιδευτικών μετασχηματισμών της παγκοσμιοποίησης άρχισαν να εμφανίζονται σημάδια αποδιοργάνωσης του εκπαιδευτικού τοπίου (δες π.χ. Gandolfi, 2024) με την οικονομική κρίση του 2008-2010, όπου η αποδοτικότητα των εκπαιδευτικών επενδύσεων δοκιμάστηκε μέσα στο γενικότερο αρνητικό οικονομικό περιβάλλον. Με την εμφάνιση της πανδημίας που ακολούθησε, οι εκπαιδευτικοί μετασχηματισμοί δέχτηκαν δύο ακόμη πλήγματα. Ο έλεγχος των συνόρων και ο περιορισμός των διεθνών ανταλλαγών για δύο τουλάχιστον χρόνια, ανέβασαν το κλίμα του προστατευτισμού, που είχε ήδη πυροδοτήσει η οικονομική κρίση (Zahoor et. al., 2023), και στα κρατικά εκπαιδευτικά συστήματα.

Επιπλέον, η ελεγχόμενη και φυσιολογική για τους επιστήμονες αβεβαιότητα των επιστημονικών προβλέψεων και οδηγιών για το ιατρικό σκέλος της πανδημίας, δημιούργησαν υποψίες στο ευρύ κοινό σχετικές με τον επικοινωνιακό μύθο της «παντογνώστριας επιστήμης», καθώς και την κερδοσκοπική διάσταση της χρήσης των επιστημονικών γνώσεων και τεχνημάτων (δες π.χ. Nowotny et. al., 2001·Rayner, 2012·Saltelli, 2023). Η υποψία αυτή ενισχύθηκε τα αμέσως επόμενα χρόνια, εξαιτίας της εμφάνισης των πρώτων ισχυρών ενδείξεων μιας επερχόμενης, μάλλον καταστροφικής και μη ακριβώς προβλέψιμης ή αντιμετωπίσιμης κλιματικής αλλαγής· γεγονός που εδραίωσε τη γενικότερη άποψη ότι τα αναπαραγόμενα μέσω της εκπαίδευσης περιεχόμενα των σημαντικών επιστημονικών γνωστικών αντικειμένων είναι μάλλον άχρηστα, μιας και είναι αμφίβολο για το αν θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους πολίτες για τη διαχείριση ενός «άγνωστου» και για τους επιστήμονες, μέλλοντος. Τα «γιατρικά» των καινοτομιών, της δημιουργικότητας, ακόμη και των «ικανοτήτων κλιματικής αλλαγής» (δες π.χ. Bianchi, Pisiotis & Cabrera Giraldez, 2022), μάλλον φοβίζουν παρά καθησυχάζουν τον καθημερινό πολίτη, ο οποίος έχει μάθει να αναζητά στη γενική εκπαίδευση κάποιες βεβαιότητες, που ανεξάρτητα από το πόσο τις κατανοεί, πιστεύει ότι υπάρχουν και εξασφαλίζουν το μέλλον του. Τέλος, οι «παγκόσμιες», περισσότερο ή λιγότερο (νεο)φιλελεύθερες εκπαιδευτικές οδηγίες του ΟΟΣΑ, της Παγκόσμιας τράπεζας (δες π.χ. Mahon, 2010) ή ακόμη και της ΕΕ (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2012), φαντάζουν ελάχιστα αξιόπιστες μπροστά στον κρατικό προστατευτισμό, τον ανερχόμενο εθνικισμό και την κρατική περιχαράκωση που επέβαλαν, πέραν των άλλων και οι σύγχρονοι και απειλητικοί πόλεμοι στην Ευρώπη και τη Μέση Ανατολή.

Το παραπάνω τοπίο μιλά για την πιθανή έναρξη μιας νέας εποχής απο-παγκοσμιοποίησης, για την οποία τα εκπαιδευτικά συστήματα δείχνουν απροετοίμαστα. Το αποτέλεσμα είναι κάποιιοι, όπως οι Γερμανοί, να εισάγουν στα σχολεία τους μαθήματα «πολέμου», κάποιιοι να προσανατολίζονται προς μια εκπαίδευση για την κλιματική αλλαγή και κάποιιοι άλλοι, όπως οι Έλληνες, να προωθούν με καθυστέρηση τις εκπαιδευτικές πολιτικές μιας μάλλον «υπό απόσυρση» παγκοσμιοποίησης.

ΟΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ, ΟΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΟΙ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥΣ

Για την ανάπτυξη αυτού του κεφαλαίου θα χρησιμοποιήσω ως βάση το παλιό κείμενό μου *Δοκίμη και πλάνη. Το εργαστήριο στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*, (2002), παρεμβαίνοντας, συμπληρώνοντας και αναθεωρώντας κάποια συμπεράσματά του, κυρίως σε ότι αφορά τη συμβολή της Τεχνολογίας. Μιας Τεχνολογίας, που συζητείται στα Μέσα Επικοινωνίας και όχι μόνον, ως «Νέα», ως εάν να εμφανίστηκε μαζί με τις εφαρμογές του διαδικτύου, λειτουργώντας ως αυτόνομη οντότητα και όχι ως μέσο ή οικονομικός πόρος· ως «υποκείμενο» ανεξάρτητο από ανθρώπινους στόχους, αξίες και επιδιώξεις, που μπορεί να φέρει την 4^η βιομηχανική επανάσταση (δες π.χ. Moll, 2021), να «μας σώσει», να «μας καταστρέψει», να «μας μετακομίσει» σε άλλον πλανήτη κ.ο.κ.

Μια μυθολογία αντίστοιχη με αυτή που περιέβαλε μεταπολεμικά την Επιστήμη, μετατρέποντάς τη σε «θεολογία» και δημιουργώντας τη μεταφυσική εικόνα ενός «θεού», που το μυαλό του αποτελούσε η Επιστήμη, η οποία γνώριζε την «πραγματικότητα» και προέβλεπε το μέλλον και το χέρι του η Τεχνολογία, που μπορούσε να αλλάξει και να διορθώσει τα πάντα.

Σε πρώτο λοιπόν επίπεδο θα ασχοληθώ σύντομα με την Τεχνολογία, αποσαφηνίζοντας το τι εννοώ όταν την αναφέρω. Εδώ, αντλώ από τις θέσεις που προβάλλει ο Eric Schatzberg, (2024) στο «μανιφέστο» του (σσ.321-328), στο πρόσφατα μεταφρασμένο στα Ελληνικά βιβλίο του *Τεχνολογία. Κριτική ιστορία μιας έννοιας*. Στη συνέχεια θα αναφερθώ στις Εργαστηριακές Επιστήμες, που σε πείσμα των λογίων και των ακαδημαϊκών, δεν λειτούργησαν ποτέ χωρίς τη συνεργασία της Τεχνολογίας, ούτε ασχολήθηκαν με ζητήματα όπως η ανωτερότητα των αναπαραστάσεων του ανθρώπινου νου απέναντι στα αποτελέσματα-προϊόντα των κατευθυνόμενων επίσης από ανθρώπους, υλικών και κοινωνικών, παρεμβάσεων.

Σε ότι λοιπόν αφορά την Τεχνολογία, θεωρώ σαφές ότι αυτή αποτελεί ένα είδος *Τέχνης*, με την παλαιότερη σημασία του όρου, όταν η Τέχνη δεν σήμαινε μόνον τις Καλές Τέχνες (Schatzberg, 2024). Πρόκειται για μια θεώρηση, που βλέπει την Τεχνολογία ως αναπόσπαστο κομμάτι του πολιτισμού· από τον πιο παλιό ως τον πιο πρόσφατο. Μια έκφραση ανθρώπινων επιδιώξεων και αξιών, και καλών και κακών, και δημιουργικών και καταστροφικών, και της αγάπης και του μίσους, και της ειρήνης και του πολέμου (σ. 324). Ως εκ τούτου δεν είναι δόκιμο να την αντιμετωπίσουμε εργαλειακά· ως μια διαδικασία, δηλαδή, εύρεσης του καλύτερου μέσου για την επίτευξη ενός συγκεκριμένου στόχου. Είναι πολιτισμική δραστηριότητα, που διατρέχεται από τα δικά της «πρέπει», τα οποία προκύπτουν από συνειδητό ανθρώπινο έλεγχο. Με βάση αυτή την πολιτισμική προσέγγιση, η Τεχνολογία περιλαμβάνει και τις «βιομηχανικές τέχνες», που μετασχημάτισαν και εξακολουθούν να μετασχηματίζουν τον υλικό κόσμο· περιλαμβάνει και τις «τεχνικές» που αναφέρονται στις προσωπικές δεξιότητες και τις διαδικασίες που χρειάζονται για την επίτευξη κάποιου στόχου (σσ. 322-323). Περιλαμβάνει επίσης και τις τεχνικές που επιτρέπουν στις γνώσεις που μαθαίνουμε να εφαρμοστούν αποτελεσματικά στην πράξη (Whitehead, 1929)· είναι δηλαδή συνιστώσα και των «ικανοτήτων» που αποκτούμε μέσω της εκπαίδευσης. Και αν η ανθρωπότητα αντιμετωπίζει σοβαρές απειλές (από την πυρηνική απειλή μέχρι την υπερθέρμανση του πλανήτη), εξαιτίας επιλογών ενσωματωμένων στις Τεχνολογίες, δεν είναι οι Τεχνολογίες που τις προκάλεσαν και τις συντηρούν· είναι οι ανθρώπινες επιλογές.

Επίσης, ενδιαφέρει το πώς μπορούμε να κατανοήσουμε τη σχέση της Τεχνολογίας με την Επιστήμη. Η κατανόηση αυτή περιλαμβάνει κατά την άποψή μου δύο βήματα. Στο πρώτο πρέπει να ξαναθυμηθούμε ότι οι παραδοσιακές τεχνικές που αποτελούν από πάντα μέρος της Επιστήμης αποτελούν και μέρος της Τεχνολογίας. Στο δεύτερο, να προσέξουμε και να μην παρασυρθούμε από τα εκπαιδευτικά σλόγκαν της εποχής, που κατηγοριοποιούν τα μαθησιακά αποτελέσματα σε γνώσεις, δεξιότητες και ικανότητες, αποβάλλοντας από το πεδίο ηθικές αρχές και αξίες· οι παραδοσιακές τέχνες, για

παράδειγμα, δεν μπορούν να αναχθούν σε χειρωνακτικές δεξιότητες, γιατί προϋποθέτουν πάντα γνωστικές κρίσεις που στηρίζονται σε ηθικές αρχές και αξίες.

Με δεδομένες τις παραπάνω παραδοχές, μπορούμε να περάσουμε στο πεδίο των «εργαστηριακών επιστημών». Με το πεδίο αυτό έχω ασχοληθεί τόσο επιστημολογικά όσο και εκπαιδευτικά-διδασκτικά. Αποτέλεσε επιπλέον το πεδίο όπου ασκήθηκα και πραγματοποίησα τις διδακτορικές μου σπουδές στη Φυσική. Αυτό που εκ των υστέρων μπορώ να διαπιστώσω είναι το ότι ο ακαδημαϊκός χώρος εντός του οποίου έπρεπε να παρουσιάσω τα οποιαδήποτε αποτελέσματα της δουλειάς μου φιλτράριζε και έστελνε στα «άχρηστα» όλες σχεδόν τις τεχνολογικές μου εμπειρίες. Η κατασκευή, για παράδειγμα, της συσκευής που χρησιμοποίησα για την παραγωγή των δεδομένων της διδακτορικής μου εργασίας με απασχόλησε για περίπου δύο χρόνια· και η περιγραφή της στο διδακτορικό πραγματοποιήθηκε μέσα σε μισή σελίδα! Όλη η «βιομηχανικού τύπου» τέχνη, που χρησιμοποίησα, δεν κοινοποιήθηκε ποτέ. Το ίδιο συνέβη και με τις τεχνικές και τις διαδικασίες που χρειάστηκαν για να παραχθούν εργαστηριακά τεκμήρια συγκρίσιμα με δημοσιευμένα θεωρητικά μοντέλα· το διδακτορικό δεν περιλάμβανε κάποιο κεφάλαιο σχετικό με την «αυτονόητη» μεθοδολογία των Φυσικών Επιστημών!

Έτσι, όταν πριν από 20 και πλέον χρόνια ξεκίνησα, για εκπαιδευτικούς λόγους, να ασχολούμαι με την αναπαράσταση της «ζωής» και του «πολιτισμού» των εργαστηριακών επιστημών (δες π.χ. Τσελφές, 2002, 2003) η πιο βολική αναφορά που βρήκα ξεκινούσε από το κείμενο της «ταξινόμιας των οντοτήτων της εργαστηριακής πρακτικής», του I. Hacking (1992). Σύμφωνα με αυτήν την ταξινόμια, η επιστημονική δραστηριότητα των εργαστηριακών επιστημών (επιστημών που «κατασκευάζουν» στο εργαστήριο τα κομμάτια του κόσμου που μελετούν) έχει μια σχετικά αυτόνομη «εσωτερική ζωή». Η «ζωή» αυτή διαθέτει μια ελάχιστη εσωτερική δυναμική που δεν αλλοιώνεται ή αλλοιώνεται ελάχιστα, από τις όποιες εξωτερικές (κοινωνικές ή παραδοσιακές) σχέσεις. Ακολουθώντας τις περιγραφές του Hacking (1992, σσ.43-50) και μετασχηματίζοντάς τες στην κατεύθυνση της διδακτικής αναπλαισίωσης, που τελικά με ενδιέφερε, περιέγραψα την εσωτερική αυτή «ζωή» ως εξής (Τσελφές, 2002, 2003):

Στο εσωτερικό της δραστηριότητας των εργαστηριακών επιστημών οι επιστήμονες διαχειρίζονται τρεις σημαντικές κατηγορίες οντοτήτων, οι οποίες αλληλεπιδρούν δυναμικά μεταξύ τους και μπορούν να μετασχηματίζουν η μια την άλλη. Οι οντότητες αυτές είναι:

A. Οι «ιδέες», οι σχετικές με το φυσικό φαινόμενο που μελετάται. Εδώ μπορούν να ενταχθούν οντότητες όπως τα ερωτήματα, οι θεμελιώδεις πεποιθήσεις και γνώσεις (που χωρίς αυτές δεν νοείται επιστήμη, αλλά και που παράλληλα, επειδή θεωρούνται δεδομένες, δεν αναφέρονται συστηματικά), οι θεωρητικές έννοιες, η συστηματική θεωρία, τα θεωρητικά μοντέλα, οι τοπικές υποθέσεις, τα μοντέλα των συσκευών, κ.λπ.

B. Οι οντότητες του υλικού «κόσμου», όπως το δείγμα, οι πηγές των τροποποιήσεων (συσκευές που επηρεάζουν, μεταβάλλουν ή αλληλεπιδρούν με το δείγμα), οι ανιχνευτές των τροποποιήσεων, τα εργαλεία, οι γεννήτριες των δεδομένων (μπορεί να

είναι από τον πειραματιστή μέχρι τα καταγραφικά, τις φωτογραφικές μηχανές ή τα «σκάνερς»), καθώς και τα «ακατέργαστα δεδομένα» (Hacking 1992, σ.44). Τα τελευταία είναι ότι παράγουν οι γεννήτριες των δεδομένων. Είναι τα ανερμήνευτα σημάδια, τα γραφήματα των μεταβολών με το χρόνο, οι φωτογραφίες, κ.λπ. Τα δεδομένα κατασκευάζονται στο εργαστήριο. Δεν «δίνονται» από τη φύση. Είναι η υλική παραγωγή των συσκευών (Ackermann 1985). Υλικές οντότητες και ακατέργαστα δεδομένα δίνουν υπόσταση στο φαινόμενο μέσα στον πραγματικό κόσμο – μέρος του οποίου είναι και ο ίδιος ο επιστήμονας.

Γ. Τα «τεκμήρια» που θεωρούνται ή παρουσιάζονται ως κατάλληλα από τον επιστήμονα και συνυπάρχουν με τον τρόπο κατασκευής τους. Τεκμήρια μπορούν να αποτελούν τα εκτιμημένα δεδομένα (ότι απομένει μετά την εκτίμηση των σφαλμάτων), τα ανηγμένα δεδομένα (ότι απομένει μετά την αναγωγή ενός μεγάλου αριθμού δεδομένων), τα αναλυμένα δεδομένα (ότι επιλέγεται από τα δεδομένα στη βάση της υπόθεσης ή της ερώτησης), τα προς ερμηνεία δεδομένα (ότι από τα αναλυμένα δεδομένα μπορεί να συνδεθεί με κάποια στοιχεία της συστηματικής θεωρίας), κ.ο.κ.

Οι ιδέες και τα τεκμήρια είναι οντότητες που αναπαριστούν το εργαστηριακό φαινόμενο. Ταυτόχρονα ερμηνεύουν ή εγκυροποιούν οι μεν τα δε. Είναι οντότητες του γνωστικού κόσμου μέσω των όποιων αναπαρίστανται τα φαινόμενα του «πραγματικού» κόσμου. Οι επιστήμονες επικοινωνούν μέσω των ιδεών και των τεκμηρίων όταν συζητούν τις προβλέψεις τους, τις ερμηνείες των φαινομένων ή την εγκυρότητά τους. Εδώ, χρησιμοποιούν την επιστημονική γλώσσα η οποία, όπως κάθε γλώσσα, είναι συμβολική. Από την άλλη μεριά, το φαινόμενο σαν μέρος του υλικού κόσμου είναι πάντα παρόν στο εργαστήριο και με ένα διαφορετικό τρόπο. Ο επιστήμονας παρεμβαίνει (Hacking 1995) και κάνει τα πράγματα να «δουλέψουν» με τον ένα ή τον άλλο τρόπο, αλλά το πραγματικό / υλικό μέρος του φαινομένου, που δεν μπορεί να μιλήσει για τον εαυτό του, δεν «υποτάσσεται» υποχρεωτικά σε οποιαδήποτε ιδέα ή αναμενόμενο τεκμήριο. Επιστήμονες και τεχνικοί επικοινωνούν, επίσης και κατά τη διάρκεια των παρεμβατικών δραστηριοτήτων, χρησιμοποιώντας όρους που αναφέρονται σε οντότητες του υλικού κόσμου και σε τεχνικές με τις οποίες μπορούν να τις χειριστούν. Στην περίπτωση αυτή, χρησιμοποιούν μια άλλη γλώσσα που θα μπορούσαμε να την πούμε τεχνική. Η γλώσσα αυτή δεν έχει σχέση με την επιστημονική και είναι κατά κανόνα ανεξάρτητη από τις ιδέες που εμπλέκονται με τον εκάστοτε πειραματισμό (Radder 1996). Θεωρώ ότι και μόνο η ύπαρξη αυτής της γλώσσας φανερώνει τη σημασία των παρεμβάσεων στο πλαίσιο της επιστημονικής δραστηριότητας.

Έτσι, ο πειραματισμός είναι επιτυχής, όχι όταν οι ιδέες συμφωνούν απλά με τα τεκμήρια, αλλά όταν ταιριάζουν μεταξύ τους οι ιδέες, η υλική κατασκευή και τα τεκμήρια. Αυτό μπορεί να γίνει με μια ποικιλία από τρόπους: είτε κατασκευάζοντας τα κατάλληλα τεκμήρια (π.χ. επιλέγοντας μεθόδους διαχείρισης των ακατέργαστων δεδομένων), είτε αλλάζοντας κάποιες από τις ιδέες, είτε παρεμβαίνοντας στον υλικό κόσμο και κατασκευάζοντας καινούρια κομμάτια του (π.χ. νέες συσκευές μέτρησης που παράγουν διαφορετικού τύπου ακατέργαστα δεδομένα), είτε, τέλος, με κάποιο

συνδυασμό των προηγούμενων. Έτσι, στην εργαστηριακή πρακτική τα προβλήματα της φιλοσοφικής επαγωγής (οι θεωρίες καθοδηγούνται από την παρατήρηση) και της φιλοσοφικής παραγωγής (οι παρατηρήσεις καθοδηγούνται από τη θεωρία) χάνουν τη σημασία τους. Μεταξύ ιδεών και τεκμηρίων μπορεί κανείς να δημιουργεί σχέσεις χρησιμοποιώντας πότε την επαγωγή (για να επικυρώσει κάποιες ιδέες) και πότε την παραγωγή (για να ερμηνεύσει κάποια τεκμήρια). Αλλά το ουσιαστικό δέσιμο ιδεών και τεκμηρίων γίνεται με την κατασκευή του κατάλληλου κομματιού υλικής «πραγματικότητας». Επιπλέον, στο εσωτερικό της εργαστηριακής πρακτικής και η Ποππεριανή διάψευση αποκτά διαφορετική σημασία από την φιλοσοφική: αν ένα τεκμήριο διαψεύδει μια θεωρητική ιδέα, τότε ίσως κάποιος μπορεί, παρεμβαίνοντας στον υλικό κόσμο, να κατασκευάσει μια νέα υλική «πραγματικότητα» που να του δίνει τεκμήρια κατάλληλα για τη διάσωση της ιδέας.

Πού βρίσκονται όμως οι τεχνολογικές συνιστώσες στο παραπάνω σχήμα; Μια προσεκτική ματιά απαντά: παντού. Και γιατί δεν διακρίνονται στις περιγραφές που προηγήθηκαν; Γιατί η ματιά του παραπάνω σχήματος είναι εξωτερική του πεδίου άσκησης των εργαστηριακών επιστημών ενώ οι κάθε μορφής τεχνολογίες λειτουργούν εσωτερικά: τις «βλέπουν», δηλαδή, τις κατανοούν και μπορούν να μιλήσουν γι' αυτές τα δρώντα υποκείμενα που προσπαθούν να διαχειριστούν τις ιδέες, τα τεκμήρια, τους υλικούς κόσμους και τις μεταξύ τους συνδέσεις. Γιατί, η Τεχνολογία ως «τεχνική» βρίσκεται μέσα στις «ιδέες»: στην υπόρρητη γνώση που μας καθοδηγεί στο πώς να κατασκευάσουμε ερωτήματα, πώς να φιλτράρουμε από τις πεποιθήσεις μας τις κατάλληλες και να απορρίψουμε αυτές που λειτουργούν ως προκαταλήψεις, με ποιον τρόπο να κατανοήσουμε έννοιες και μοντέλα, πώς να στήσουμε τις προς έλεγχο υποθέσεις μας, πώς να εννοιολογήσουμε τα κατάλληλα για τη δουλειά μας μοντέλα των οργάνων μέτρησης που θα επιλέξουμε κ.ο.κ. Βρίσκεται και μέσα στα «τεκμήρια»: εντοπίζεται στις «τεχνικές» της εκτίμησης των σφαλμάτων, της ανάλυσης των δεδομένων, της ερμηνείας τους και της εκτίμησης των ορίων της κ.ο.κ. Βρίσκεται μέσα στον «κόσμο» των αλληλοεπιδρώντων υλικών και ανθρώπινων οντοτήτων. Εδώ η Τεχνολογία λειτουργεί περισσότερο με τη συνιστώσα της «βιομηχανικής τέχνης»: είναι αυτή που επιτρέπει τις παντός τύπου κατασκευές συσκευών, δεδομένων, μετρητικών διατάξεων. Καινούργιων, πρωτότυπων κομματιών του υλικού κόσμου, που αν κάποια στιγμή φανεί ότι μπορούν να βγουν και στην «αγορά», άσχετα από τον λόγο για τον οποίο κατασκευάστηκαν, θα βρεθούν να αναπαράγονται βιομηχανικά και να εκτίθενται στα ράφια των πολυκαταστημάτων. Όμως, πάνω απ' όλα, βρίσκεται μέσα στις προσπάθειες αποκατάστασης συνδέσεων μεταξύ ιδεών, τεκμηρίων και υλικών κόσμων ενώ σε ακαδημαϊκό επίπεδο θα βρούμε περιγραφές των εκδοχών της και της κουλτούρας της σε κείμενα που ερευνούν τη φιλοσοφία/ επιστημολογία/ κοινωνιολογία της επιστημονικής πράξης (δες π.χ. Illari & Russo, 2014).

Για να συμπληρωθεί επομένως το προτεινόμενο σχήμα περιγραφής της ζωής των εργαστηριακών επιστημών χρειάζεται και μια εσωτερική ματιά με την οποία μπορούν να «δουν» και να «μιλήσουν» οι ερευνητές, οι τεχνικοί, οι μαθητές, οι εκπαιδευτικοί που εμπλέκονται ο καθένας με τον δικό του τρόπο και τον δικό του στόχο στις εργαστηριακές δραστηριότητες. Αυτή η ματιά και ο συνδεδεμένος μαζί της λόγος, για

να είναι δυνατόν να αποκαλύψει τις διαφορές και τις ομοιότητες ανάμεσα στις εννοιολογικές και κυρίως τις τεχνολογικές επιλογές διαφορετικών ενεργητικών ανθρώπινων παραγόντων του πειραματισμού, χρειάζεται να στηριχθεί πάνω σε ένα ενιαίο, αν είναι δυνατόν, μοτίβο. Το μοτίβο αυτό διαπιστώσαμε ότι μας προσφέρει το θεωρητικό σχήμα του A. Pickering (1995), το οποίο περιγράφει τη δομή του «πράττειν», τη δομή των ασκούμενων πρακτικών, μέσα από τη ματιά των δρώντων και εντός του επιστημονικού και εντός του εκπαιδευτικού εργαστηρίου, ανθρώπινων παραγόντων (δες και Τσελφές κ. ά., 2024):

Η προσέγγιση αυτή λέει ότι μια παρέμβαση, μια πρακτική, εξελίσσεται με συγκεκριμένο μοτίβο περιστρεφόμενου «μαγκανοπήγαδου» και πολύπλοκη δυναμική: ξεκινάει με κάποιον στόχο, πρέπει να ξεπεράσει μια τουλάχιστον σχετική με τον στόχο αντίσταση και για να το πετύχει οδηγείται σε συμμόρφωση, που μπορεί να τροποποιεί τον στόχο και έτσι να ξεκινά μια νέα περιστροφή. Κατά τη διάρκεια των περιστροφών, που εξελίσσονται ακολουθώντας πολύπλοκη δυναμική σύγκλισης σε έναν «ελκυστή», η απόδοση νοήματος στα «συστατικά των κύκλων» (στόχους, αντιστάσεις, συμμορφώσεις) μεταβάλλεται και οι μεταβολές πυροδοτούνται και αιτιολογούνται στη βάση τεχνικών/ τεχνολογικών ή και αξιακών επιλογών που θα αποκαλυφθούν αν ακούσουμε με προσοχή τα όσα έχουν να μας πουν οι άνθρωποι παράγοντες που κινούν τοπικά, τα προσωπικά τους «μαγκανοπήγαδα» (δες π.χ. Pickering, 2013· Pickering & Guzik, 2008). Για παράδειγμα, σημαντικός αριθμός από εκπαιδευόμενες εκπαιδευτικούς, που παρακολούθησαν μια σειρά εργαστηριακών μαθημάτων σχετικών με τη Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών (ΣΕΜ), παράκαμψαν σημαντικές, σύνθετες και διαδοχικές εννοιολογικές και επιστημολογικές αντιστάσεις της όλης διαδικασίας με βάση την τεχνική της συμμόρφωσης στη χρήση ενός τελικού «λειτουργικού κανόνα». Ενόσ ανερμήνευτου και αναιτιολόγητου από τις ίδιες κανόνα, που όμως εξυπηρετούσε και τον στόχο της προσωπικής τους αξιολόγησης από τον διδάσκοντα και τις προσδοκίες τους για αξιοπρεπή μελλοντική διδακτική χρήση από τις ίδιες: «όταν ελέγχουμε μια μεταβλητή, κρατάμε όλες τις άλλες σταθερές» (Ζουπίδης, Τσελφές & Καριώτογλου, 2024).

ΟΙ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΣΧΕΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΤΩΝ ΦΕ ΜΕ ΤΗ ΓΕΝΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Την εποχή του ΨΠ (μέχρι και την δεκαετία του 1980) τη μάθηση των ΦΕ στη γενική εκπαίδευση ενδιέφεραν εισαγωγικές γνώσεις, επιστημονική ορολογία και κώδικες, που θα ήταν χρήσιμα εφόδια για την πανεπιστημιακή εκπαίδευση των μαθητών, οι οποίοι θα επιλέγονταν να συνεχίσουν σε σχετικές τριτοβάθμιες σπουδές. Εδώ, το εκπαιδευτικό κενό, την κύρια αντίσταση, είχε θεωρηθεί ότι αποτελεί η κατανόηση των επιστημονικών εννοιών που εμφανίζονταν με το ίδιο σημαίνον (ονοματίζονταν με τον ίδιο όρο) αλλά διαφορετικό και ποικίλο σημανόμενο (σημασία), στην καθημερινή, προϋπάρχουσα, πολύσημη φυσική γλώσσα και κουλτούρα των μελλοντικών φοιτητών. Με βάση αυτή την προβληματική το εκπαιδευτικό εργαστήριο στράφηκε προς την υποστήριξη είτε της καθοδηγούμενης ανακαλυπτικής, είτε της εποικοδομητικής

διδασκτικής στρατηγικής, που στόχευαν την (επ)οικοδόμηση των κατάλληλων επιστημονικών εννοιών/ ιδεών. Αυτό σήμαινε ότι, από όλες τις εργαστηριακές οντότητες, τις μεταξύ τους συνδέσεις και τις τεχνικές/ τεχνολογικές τους ρυθμίσεις, επιλέγονταν σταθερά μόνον τα εργαστηριακά «τεκμήρια», τα οποία κατασκεύαζαν κυρίως οι εκπαιδευτικοί ή οι μαθητές με βάση οδηγίες τύπου «συνταγής»: τα τεκμήρια αυτά γινόταν προσπάθεια να μορφοποιηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να σημαίνουν επιστημονικές «ιδέες». Ιδέες που θα ολοκλήρωναν και θα φανέρωναν μια καθοδηγούμενη ανακάλυψη ενός επιστημονικού μοντέλου ή μια εννοιολογική σύγκρουση με προϋπάρχοντα σημασιόμενα της καθημερινής κουλτούρας και μια εκ των υστέρων επικοδόμηση των νέων επιστημονικών ιδεών.

Σε κάθε περίπτωση πάντως θα πρέπει να επισημανθεί ότι ακόμη και αυτή η περιορισμένη χρήση του εκπαιδευτικού εργαστηρίου, λειτούργησε, τουλάχιστον για το Ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, μόνον ως επικουρική δραστηριότητα στη συνολική εκπαιδευτική προσπάθεια, η οποία στόχευε τις, υποστηριζόμενες από φροντιστηριακής μορφής διδακτικές και μαθησιακές πρακτικές, «Πανελλήνιες Εξετάσεις». Πρακτικές που αγνοούσαν ολοκληρωτικά τις εργαστηριακές διαδικασίες και εστίαζαν σε τεχνικές επιτυχούς προσέγγισης των «θεμάτων» των εξετάσεων. Για παράδειγμα, τεχνικές όπως «επιλέγουμε και απομνημονεύουμε τα sos», εξυπηρετούσαν την προσέγγιση των «θεωρητικών» θεμάτων. Τεχνικές της μορφής «εντοπίζουμε δεδομένα και ζητούμενα· ανακαλούμε τους τύπους που τα συνδέουν και λύνουμε τις μαθηματικές εξισώσεις ή τα συστήματα που δημιουργούν αυτοί οι τύποι· εκτιμούμε την ορθότητα του αριθμητικού αποτελέσματός μας από το αν αυτό είναι ένας απλός ακέραιος ή ρητός αριθμός...», εξυπηρετούσαν την προσέγγιση των προβλημάτων και των ασκήσεων. Τεχνικές αποκλεισμού λανθασμένων απαντήσεων, εξυπηρετούσαν τις απαντήσεις σε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής κ.ο.κ. Σε κάθε περίπτωση πάντως, η περίοδος αυτή μετακίνησε το ενδιαφέρον των μαθητών και των εκπαιδευτικών από το περιεχόμενο και τις τυχόν εργαστηριακές εφαρμογές του προς τα «θέματα» και τις τεχνικές της διαχείρισής τους: ένα εκπαιδευτικό «φαινόμενο», που διατηρείται ενισχυμένο μέχρι τις μέρες μας, όπου η «τράπεζα θεμάτων» τείνει να υποσκελίσει και τα σχολικά βιβλία.

Την εποχή της παγκοσμιοποίησης, η προσέγγιση της εκπαίδευσης ως οικονομικής επένδυσης πίεσε τα εκπαιδευτικά συστήματα σε δύο αντίρροπες κατευθύνσεις:

Η πρώτη κατεύθυνση ζητούσε από τις σχολικές μονάδες να «βγάλουν στην κοινωνία και στην αγορά το προϊόν τους». Να διακινήσουν δηλαδή, τα όσα μαθαίνουν οι μαθητές (επιστημονικές γνώσεις και πρακτικές) εντός της κοινωνίας και της αγοράς της «οικονομίας της γνώσης». Ο ανταγωνισμός όμως επέβαλε, τα προϊόντα της επιστημονικής εκπαίδευσης να μπορούν να συγκριθούν με άλλα εκπαιδευτικά προϊόντα, από άλλες πειθαρχίες, που διακινούνταν επίσης στην ίδια αγορά. Η συνθήκη αυτή οδήγησε στον στόχο του επιστημονικού γραμματισμού, ώστε οι επιστημονικές γνώσεις των μαθητών να είναι λειτουργικές στο εκάστοτε κοινωνικό και πολιτισμικό πλαίσιο (δες π.χ. Laugksch, 2000): στην προσέγγιση της διαθεματικότητας/ διεπιστημονικότητας, ώστε οι επιστημονικές γνώσεις των μαθητών να συνομιλούν λειτουργικά με τις εμπειρικές γνώσεις ή με γνώσεις από άλλες πειθαρχίες (δες π.χ.

Czerniak & Johnson, 2014)· στην εκπαιδευτική διαχείριση κοινωνικό-επιστημονικών ζητημάτων, όπου οι επιστημονικές γνώσεις των μαθητών αποδεικνύονταν χρήσιμες στη διαχείριση καθημερινών προβλημάτων (δες π.χ. Sadler, 2011)· στη διδακτική-μαθησιακή προσέγγιση της διερεύνησης, ώστε να καλλιεργηθούν και να διαχυθούν, ως μαθησιακά αποτελέσματα ή ως ικανότητες, οι επιστημονικές και τεχνολογικές πρακτικές (δες π.χ. García-Carmona, 2020· Lederman et. al., 2019· Lederman & Lederman, 2019)· στην προσέγγιση STE(A)M, που ενσωματώνει τις «βιομηχανικές τέχνες», ως engineering, στη διεπιστημονική μελέτη ζητημάτων από τα μαθηματικά και τις επιστήμες (δες π.χ. Ruman, 2024)· στη διεθνή σύγκριση των παραπάνω εκπαιδευτικών αποτελεσμάτων-προϊόντων (δες π.χ. το πρόγραμμα PISA) κ.ο.κ.

Η δεύτερη κατεύθυνση, όμως, ζητούσε ως αυτονόητο μιας οικονομικής-ανταγωνιστικής αγοράς, την πιστοποίηση των εκπαιδευτικών αποτελεσμάτων. Την υλοποίηση μιας ακριβούς αξιολόγησης, σχετικής με το αν οι παραπάνω, εκπαιδευτικοί-οικονομικοί στόχοι, υλοποιούνται ή όχι. Αυτό επέβαλε πρακτικές αποτίμησης, που έμοιαζαν πολύ με τις σφιχτές πρακτικές τυποποιημένης αποτίμησης που ασκήθηκαν, για παράδειγμα, μέσω των «Πανελληνίων Εξετάσεων» στους Έλληνες μαθητές. Επιπλέον, αυτές οι πρακτικές έπρεπε να αναπτυχθούν με βάση ένα κοινό διεθνές μοτίβο, ώστε ο ανταγωνισμός και η συνδεδεμένη με αυτόν κινητικότητα να είναι δυνατόν να λειτουργήσει σε παγκόσμια κλίμακα. Η απαίτηση αυτή έφερε στο προσκήνιο ασφυκτικές τυποποιήσεις που λειτούργησαν αντίρροπα προς την ποικιλία και την πολυμορφία των προϊόντων της επιστημονικής εκπαίδευσης που στήριζε η πρώτη κατεύθυνση. Έφερε για παράδειγμα, το Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Επαγγελματικών Προσόντων (Συμβούλιο ΕΕ, 2017), το οποίο κατηγοριοποίησε την παραγωγή της «διαβίου» μάθησης, τυπικής, μη τυπικής και άτυπης, σε τρεις κατηγορίες: γνώσεις, δεξιότητες και ικανότητες· ζητώντας επιπλέον κάθε μια από αυτές τις κατηγορίες μάθησης να μπορεί να εντοπιστεί και να «αξιολογηθεί», έτσι ώστε οι πολίτες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με διαφορετικού τύπου γνώσεις, δεξιότητες ή ικανότητες να διαφοροποιούνται μεταξύ τους και να σειροθετούνται σε, οχτώ τον αριθμό, ιεραρχημένα, διαφορετικής αξίας, «επίπεδα»! Οι Έλληνες εκπαιδευτικοί όλων των βαθμίδων, έχουν βιώσει το τι σημαίνει στην πράξη η συγκεκριμένη κατηγοριοποίηση. Επί χρόνια προσπάθησαν και εξακολουθούν να προσπαθούν να συντάξουν μακροσκελή κείμενα που να πείθουν τους θεσμούς (οι οποίοι μάλλον δεν τα διαβάζουν), ότι τα μαθησιακά προϊόντα τα οποία παράγουν ακολουθούν αυτό το πλαίσιο. Πολύ δε περισσότερο που αυτό το πλαίσιο είναι εμφανώς αντισυμπεριληπτικό (Παρούση & Τσελέφης, 2023) ενώ οι εκπαιδευτικοί πρέπει να δείξουν στα κείμενά τους ότι παράγουν προϊόντα που διατρέχονται και από συμπεριληπτικό πνεύμα. Με δυο λόγια, όλες οι αρνητικές-γραφειοκρατικές επιπτώσεις των πολιτικών της τυποποιημένης αξιολόγησης και λογοδοσίας εκπαιδευτικών, μαθητών και σχολείων, που εγκαταστάθηκαν τουλάχιστον στο Ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, λειτούργησαν και εξακολουθούν να λειτουργούν φθείροντας τις όποιες καινοτόμες προσεγγίσεις της δ-μ έφερε η παγκοσμιοποίηση.

Μέσα σ' αυτό το τοπίο, οι εργαστηριακές δραστηριότητες που συνόδευαν τις καινοτόμες προσεγγίσεις δ-μ συρρικνώθηκαν ή εξαφανίστηκαν μέσα στο πλαίσιο της

τυπικής εκπαίδευσης, όπου κυριάρχησε η γραφειοκρατία της αξιολόγησης και της λογοδοσίας. Οι δραστηριότητες αυτές όμως, καλλιεργήθηκαν και δείχνουν να αποδίδουν, τουλάχιστον οικονομικά, μέσα σε μη τυπικά πλαίσια εκπαίδευσης, που προωθούν ανταγωνιστικά, ιδιωτικά χρηματοδοτούμενες δομές, όπως τα μουσεία, οι όμιλοι δραστηριοτήτων, τα κέντρα δημιουργικής απασχόλησης των νέων, οι διαγωνισμοί επώνυμων εταιριών κ.λπ. Εδώ βρίσκουμε τις εργαστηριακές επιστημονικές δραστηριότητες σε πλήρη ανάπτυξη· να δοκιμάζουν, σε εκτός σχολείου φυσικά και κοινωνικά περιβάλλοντα, τις ερμηνείες κοινωνικο-επιστημονικών ζητημάτων· σε μουσεία και ομίλους να διερευνούν ελεύθερα επιστημονικά ερωτήματα με σεβασμό τόσο στις απαντήσεις που μπορούν να δοθούν από τους μαθητές, όσο και στα περιθώρια εμπιστοσύνης που τις συνοδεύουν· σε διαγωνισμούς όπου οι εργαστηριακές δραστηριότητες οδηγούν σε μηχανικές ή και ψηφιακές υλικές κατασκευές κ.ο.κ.

Την τελευταία βέβαια δεκαετία, το γενικότερο πολιτικό σκηνικό που ακολούθησε την οικονομική κρίση του 2008-2010 και περιγράψαμε πιο πάνω, διατρέχεται από μια νέα εκπαιδευτική αντίφαση, η οποία συμπαρασύρει και τις προτάσεις για χρήση των εργαστηριακών δραστηριοτήτων. Από τη μια μεριά, το κυρίαρχο κλίμα αβεβαιότητας για το μέλλον των κοινωνιών μας προέρχεται από παγκόσμια προβλήματα (πανδημία, κλιματική κρίση), που οι λύσεις τους απαιτούν παγκόσμιες επίσης δράσεις. Από την άλλη όμως, οι τοπικές κοινωνίες βιώνουν τοπικά τις όποιες σχετικές καταστροφές. Γι' αυτό προωθούν, άμεσα και σχεδόν ανακλαστικά, τοπικές εναλλακτικές λύσεις, ελάχιστα συσχετισμένες με το παγκόσμιο μοτίβο του προβλήματος: Κινδυνεύουμε από πυρκαγιές ή πλημύρες; Να ασφαλιστούμε... Δεν αποδίδουν οι σοδιές μας; Να τις εγκαταλείψουμε... Δεν έχουμε πολλά παιδιά; Να κλείσουμε τα σχολεία... Αυξάνουν οι μεταναστευτικές ροές; Να κλείσουμε τα σύνορα... Μια σπασμωδική συλλογική συμπεριφορά κρίσης, που τελικά αφήνει τις ζημιές να συμβαίνουν και τις αιτίες τους να λειτουργούν.

Μέσα σ' αυτό το κλίμα, όλες σχεδόν οι τρέχουσες προτάσεις εκπαιδευτικών παρεμβάσεων δείχνουν προς μια αναβάθμιση των εργαστηριακών δραστηριοτήτων σε πεδία που εκτείνονται πέρα από τα όρια των φυσικών επιστημών. Η υπόθεση πίσω από αυτή την αναβάθμιση λέει ότι οι ικανότητες παρέμβασης, η ανάπτυξη της «τέχνης της ζωής», που είναι προϋπόθεση για θετικές αντιδράσεις «στα δύσκολα» και αντίδοτο των πρακτικών φυγής, διδάσκεται σε χώρους όπου οι γνώσεις χρησιμοποιούνται για παρεμβάσεις. Σε χώρους εργαστηρίων.

Ως επίλογο λοιπόν του κειμένου αυτού θα παρουσιάσω μια τέτοια πρόταση, που στηρίζεται σε πρόγραμμα το οποίο έχει εκπονηθεί από ερευνητική ομάδα χρηματοδοτούμενη από την ΕΕ (Bianchi, Pisiotis & Cabrera Giraldez, 2022), χωρίς να δεσμεύει βέβαια τις Ευρωπαϊκές πολιτικές. Πολιτικές, που αν την προσεγγίσουν με τη λογική της εκπαιδευτικής επένδυσης θα την απορρίψουν με την πρώτη ματιά. Είναι πολύ ακριβή... και η συμβολή της στην οικονομική «ανάπτυξη» που χρειάζεται η παγκόσμια οικονομική τάξη για να επιβιώσει, είναι μάλλον αρνητική...

ΑΠΟ ΤΙΣ «ΓΝΩΣΕΙΣ» ΣΤΙΣ «ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ». ΜΙΑ ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ «ΑΔΡΑΝΩΝ ΓΝΩΣΕΩΝ» ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΧΡΗΣΙΜΩΝ «ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ»

Η πρόταση που αναπτύσσεται στη συνέχεια στηρίζεται στο κείμενο «GreenComp. Το Ευρωπαϊκό πλαίσιο ικανοτήτων βιωσιμότητας», που έχει εκδώσει η ΕΕ. Για το ζήτημα της βιωσιμότητας μιλούν με έμφαση τα τελευταία χρόνια όλοι οι διεθνείς οργανισμοί που διατυπώνουν εκπαιδευτικές απόψεις και προτάσεις¹. Και το σημαντικότερο είναι το γεγονός ότι μιλούν χρησιμοποιώντας κυρίως τους όρους «ικανότητες βιωσιμότητας» ή «ικανότητες κλιματικής αλλαγής». Ο όρος «ικανότητες βιώσιμης ανάπτυξης» φαίνεται πλέον να σπανίζει· ίσως έχει αρχίσει να γίνεται κατανοητό, με βάση τα δεδομένα της εξέλιξης των δεικτών της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής (δες π.χ. Forster et. al., 2024), ότι ανάμεσα στη βιωσιμότητα και την αντίρροπη δυναμική της οικονομικής «ανάπτυξης», μάλλον θα υποχρεωθούμε να επιλέξουμε τη βιωσιμότητα. Για παράδειγμα, το σχετικό με το θέμα, τρέχον κείμενο εργασίας του OECD (Nusche, Fuster Rabella & Lauterbach, 2024), στην εισαγωγή του, τοποθετείται ως εξής:

... επιστημονικά τεκμήρια δείχνουν ότι ο πλανήτης μας πλησιάζει αρκετά περιβαλλοντικά και κλιματικά σημεία καμπής ταχύτερα από ότι αναμενόταν. Αυτό σημαίνει ότι η διεθνής κοινότητα, για να εξασφαλίσει ένα βιώσιμο (sustainable and liveable) μέλλον, βρίσκεται αντιμέτωπη με ένα παράθυρο ευκαιριών για να επιτύχει ουσιαστικούς μετασχηματισμούς σε τομείς, συστήματα και νοοτροπίες. Ένα παράθυρο ευκαιριών που κλείνει γρήγορα. Ποιος είναι ο ρόλος του εκπαιδευτικού συστήματος στο να προωθήσει μια κοινωνική αλλαγή στη μαζική κλίμακα και με τον ρυθμό που απαιτείται για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής; Και ποιους μοχλούς πολιτικής μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για να χτίσουμε την ανθεκτικότητα και να προσαρμοστούμε στις περιβαλλοντικές προκλήσεις; (σ.4)

Στην ίδια κατεύθυνση, το κείμενο των GreenComp απαντά ως εξής (οι επισημάνσεις δικές μου): Για την **προστασία τόσο της υγείας του πλανήτη**, όσο και της δημόσιας υγείας, είναι ζωτικής σημασίας να ενσωματωθεί η βιωσιμότητα στα συστήματα εκπαίδευσης και κατάρτισης... Μέσω εκπαίδευσης και κατάρτισης, οι εκπαιδευόμενοι είναι σε θέση να **αναπτύξουν τις ικανότητες (συνδεδεμένες γνώσεις, δεξιότητες και**

¹ Δες, για παράδειγμα, UNESCO: <https://www.unesco.org/en/climate-change/education>, <https://www.un.org/en/climatechange/climate-solutions/education-key-addressing-climate-change>, <https://www.undp.org/blog/three-reasons-climate-change-education-critical-adaptation-and-resilience>. OECD: [https://one.oecd.org/document/EDU/WKP\(2024\)02/en/pdf](https://one.oecd.org/document/EDU/WKP(2024)02/en/pdf), <https://www.oecdwatch.org/a-timely-development-the-eu-can-learn-from-the-climate-change-dimension-of-the-2023-oecd-guidelines/>, <https://www.oecd.org/climate-change/>. EU: <https://education-for-climate.ec.europa.eu/community/>, <https://climateperspectives.eu>, <https://teachingthefuture.eu/training-tools-and-resources-for-climate-education/>. World Bank: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/523b6ac03f2c643f93b9c043d48eddc1-0200022022/related/WB-education-and-climate-11-08-22-e-version.pdf>, <https://www.worldbank.org/en/results/2024/03/08/building-safer-and-more-resilient-schools-in-a-changing-climate>, <https://blogs.worldbank.org/en/education/Choosing-our-future-Adapting-education-for-climate-change>

στάσεις) που χρειάζονται για να **αναγνωρίσουν την πραγματική αξία του πλανήτη** μας και να **αναλάβουν δράση** για να τον προστατέψουν. Αυτό θα συμβάλει στην επίτευξη της μετάβασης σε μια **πιο δίκαιη και πιο πράσινη** οικονομία και κοινωνία».

Κατά την άποψή μου, η παραπάνω διατύπωση περιλαμβάνει καινοτόμες προσεγγίσεις κρίσιμων εκπαιδευτικών, κοινωνικών και οικονομικών μεταβλητών που στοχεύουν, εξ ανάγκης, προς έναν κόσμο όπου:

Α. οι νέοι εκπαιδευόμενοι **αναλαμβάνουν δράση**: αναλαμβάνουν δηλαδή ρόλους πολιτών, τους οποίους έχουν στερηθεί από τις πολιτικές περιθωριοποίησης, του «μελλοντικού πολίτη» και χειραγώγησης, του διαρκώς αξιολογούμενου και σειροθετούμενου μαθητή με βάση τις αδρανείς γνώσεις που «αποταμιεύουν»,

Β. η εκπαίδευση αναπτύσσει **ικανότητες**, συνδεδεμένες δηλαδή γνώσεις και δεξιότητες που διαμορφώνονται με βάση και στάσεις και αξίες. Τίθεται δηλαδή υπό αμφισβήτηση η Καρτεσιανή αναγνώριση της ανωτερότητας των γνώσεων έναντι των δεξιοτήτων και λαμβάνονται υπόψη, τόσο οι ανθρώπινες προτιμήσεις (στάσεις), όσο και οι κοινωνικές αξίες που επηρεάζουν τελικά τις ικανότητες.

Γ. το τελικό όραμα δεν είναι πια μια βιώσιμη ανταγωνιστική οικονομία και κοινωνία (βιώσιμη ανάπτυξη). Είναι μια **πιο δίκαιη και πιο πράσινη** οικονομία και κοινωνία. Και τέλος,

Δ. το ότι το μαθησιακό αποτέλεσμα είναι «ικανότητες» και όχι γνώσεις, σημαίνει πώς οι εκπαιδευτικοί στόχοι παύουν να λένε: «ο μαθητής να γνωρίζει, να κατανοεί, να αναγνωρίζει, να διακρίνει...» και λένε: «ο μαθητής να μπορεί να κάνει αυτό... εκείνο... το άλλο...». Να μπορεί δηλαδή να δράσει με διάφορους τρόπους πάνω σε διάφορους ανθρώπινους, υλικούς αλλά και κανονιστικούς-κοινωνικούς παράγοντες. Ένα μαθησιακό αποτέλεσμα-γεγονός, που επιτέλους δεν είναι δυνατόν να αποτελέσει εύχρηστο μέσο αριθμητικής αξιολόγησης, μιας και διαφορετικές ικανότητες μπορούν να οδηγήσουν σε παρόμοια αποτελέσματα παρέμβασης, που ασφαλώς δεν μπορούν να αποτυπωθούν μέσω «γραπτών», «αντικειμενικών» και «αδιάβλητων» εξετάσεων. Μια συνθήκη που τελικά, ίσως μπορέσει να μετασχηματίσει την τυπική εκπαίδευση στην κατεύθυνση της αναπαραγωγής της «οικολογίας των ανθρώπινων ικανοτήτων» και όχι της αναπαραγωγής «μονοσήμαντων αδρανών γνώσεων».

Η δουλειά αυτή μπορεί να γίνει σε εργαστηριακά περιβάλλοντα μάθησης, όπου συνδέονται υποχρεωτικά γνώσεις, πράξεις και τεχνολογίες (τέχνες και τεχνικές) επιτέλεσης. Όχι σε κοινωνικά περιβάλλοντα τάξης όπου καλλιεργούνται τεχνικές «εικονικής» (αν όχι υποκριτικής) διαχείρισης των υλικών παραγόντων, καθώς και τεχνικές διαχείρισης ανθρώπινων παραγόντων και δημιουργίας κοινωνικών διαστρωματώσεων (Τσελφές & Παρούση, 2010, 2012). Μπορεί να γίνει επίσης σε κοινωνικά και φυσικά περιβάλλοντα παρεμβάσεων, εκτός σχολείου.

Το κείμενο των GreenComp προτείνει δώδεκα ικανότητες οι οποίες κατανέμονται σε τέσσερις τομείς: ικανότητες που παρέχουν στους εκπαιδευόμενους τη δυνατότητα να ενσωματώνουν τις αξίες της βιωσιμότητας και να αποδέχονται την πολυπλοκότητα των συστημάτων προκειμένου να αναλάβουν δράση ή να ζητήσουν την ανάληψη δράσης, η

οποία αποκαθιστά και διατηρεί την υγεία του οικοσυστήματος και ενισχύει τη δικαιοσύνη, δημιουργώντας οράματα για ένα βιώσιμο μέλλον (σ.12). Οι τέσσερις τομείς που κατηγοριοποιούν αυτές τις ικανότητες παραπέμπουν, κατά την άποψή μου, σε τέσσερα διαφορετικά εργαστηριακά περιβάλλοντα:

α. Ένα εργαστήριο Κοινωνιολογίας και Πολιτισμού, που αναπτύσσει τις ακόλουθες τρεις ικανότητες ενσωμάτωσης των αξιών της βιωσιμότητας, στην κουλτούρα των μαθητών: (α1) ικανότητα εκτίμησης και διαχείρισης της αξίας της βιωσιμότητας, (α2) ικανότητες υποστήριξης της δικαιοσύνης και (α3) ικανότητες προαγωγής της φύσης.

β. Ένα εργαστήριο ΦΕ, που καλλιεργεί ικανότητες προώθησης της βιωσιμότητας, μέσω της κατανόησης και διαχείρισης της πολύπλοκης και όχι γραμμικής, δυναμικής των γεγονότων της φύσης. Πρόκειται για ένα απολύτως καινοτόμο για την περίπτωση της γενικής εκπαίδευσης εργαστήριο ΦΕ, το οποίο παρακάμπτει τις «γραμμικότητες» και τα «μονοσήμαντα» που εξυπηρετούν τις αξιολογήσεις και σειροθετήσεις των μαθητών, για να αναδείξει την «άγρια ομορφιά» της φύσης και της ζωής, μέσα από τις ακόλουθες ικανότητες: (β1) ικανότητα συστημικής σκέψης, (β2) ικανότητα κριτικής σκέψης και (β3) ικανότητα οριοθέτησης των προβλημάτων.

γ. Ένα εργαστήριο Καλών Τεχνών και Πολιτισμού, που καλλιεργεί τις ακόλουθες ικανότητες δημιουργίας οραμάτων για ένα βιώσιμο μέλλον: (γ1) ικανότητα λειτουργικής και αισθητικά επαρκούς αναπαράστασης (αλφαριθμητισμού) του μέλλοντος, (γ2) ικανότητες προσαρμοστικότητας και (γ3) ικανότητες διερευνητικής σκέψης. Και τέλος,

δ. Μια πολιτική-διεπιστημονική έξοδος στην κοινότητα/ κοινωνία, μέσω της οποίας αναπτύσσονται οι παρακάτω ικανότητες αποτελεσματικών δράσεων για τη βιωσιμότητα: (δ1) ικανότητες πολιτικής αυτενέργειας, (δ2) ικανότητες συλλογικής δράσης και (δ3) ικανότητες ατομικών πρωτοβουλιών.

Η προσέγγιση αυτή δεν είναι καινοφανής. Παρόμοιας κατεύθυνσης προτάσεις αποτέλεσαν το Σχολείο Εργασίας του J. Dewey (δες π.χ. Meyhew & Edwards, 2009), η επεξεργασμένη πρόταση της Adria Steinberg για μια εκπαιδευτική μεταρρύθμιση με μετασχηματισμό της επαγγελματικής εκπαίδευσης σε γενική (Steinberg, 2016), η απόλυτα επιτυχής και αξέχαστη σε εκπαιδευτικούς και μαθητές που τα γνώρισαν, προσαρμοσμένη στην Ελλάδα των «Πανελληνίων Εξετάσεων», εφαρμογή των Ενιαίων Πολυκλαδικών Λυκείων (Κωττούλα, 1998), που επιχείρησαν να αναιρέσουν στην πράξη τη διάκριση της τότε τεχνικής εκπαίδευσης με την γενική (ιδρύθηκαν με Νόμο του 1985 και καταργήθηκαν μετά από περίπου μια δεκαετία, λόγω μάλλον υπερβολικού κόστους) αλλά και η ίδιας εποχής τεκμηριωμένη πρόταση του πρωτοπόρου Έλληνα παιδαγωγού Ιωσήφ Σολομών (δες π.χ. Σολομών, 1992), για την οποία έχω ακούσει περισσότερα πράγματα από όσα έχω βρει σε κείμενα και έχω διαβάσει.

Με βάση τα παραπάνω η πρότασή μου για ένα Εργαστηριακό Σχολείο λέει:

Οι σπουδές στην Προσχολική και Πρώτη Σχολική Εκπαίδευση ακολουθούν τη δοκιμασμένη και απολύτως επιτυχή δομή της τρέχουσας Προσχολικής Εκπαίδευσης:

οργάνωση ημερήσιου προγράμματος στη βάση δραστηριοτήτων από εκπαιδευτικούς τάξης. Δραστηριοτήτων που κινούνται στα πλαίσια των βασικών γραμματισμών (σχέσεις με το ανθρώπινο και φυσικό περιβάλλον, γλώσσα και μαθηματικά) και οργανώνονται σε μεγάλο βαθμό από τους εκπαιδευτικούς.

Οι σπουδές στις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού Σχολείου και στο Γυμνάσιο οργανώνονται στη βάση γνωστικών αντικειμένων εργαστηριακής δομής αλλά και διαφορετικών ανά αντικείμενο εργαστηριακών χώρων, που την ευθύνη τους έχουν ή ο δάσκαλος της τάξης για τα Δημοτικά Σχολεία ή οι εκπαιδευτικοί ειδικότητας στα Γυμνάσια. Το ημερήσιο πρόγραμμα δηλαδή περιλαμβάνει «μαθήματα» που παρακολουθούν οι μαθητές στις διάφορες αίθουσες-εργαστήρια και διεπιστημονικά προγράμματα που υλοποιούνται με τη συνεργασία περισσότερων διδασκόντων, εντός ή εκτός σχολείου.

Οι σπουδές στο Λύκειο επανέρχονται σε μια επανασχεδιασμένη δομή του Ενιαίου Πολυκλαδικού Λυκείου.

Η ανάπτυξη της συνολικής μετασχηματισμένης εκπαιδευτικής δομής της γενικής εκπαίδευσης και των σχετικών με αυτή προγραμμάτων σπουδών, χρειάζεται χρόνο μιας περίπου δεκαετίας. Χρόνο σταδιακής δοκιμαστικής ανάπτυξης, με τη βοήθεια και τη στήριξη, για παράδειγμα, του προσωπικού και των μαθητών των Πειραματικών Σχολείων.

Εμπόδια σε μια τέτοια προοπτική φαίνεται να αποτελούν ο πολιτικός σχεδιασμός και οι πολιτικές κινήσεις για τη βιώσιμη προώθησή της σε μια σχετικά ταραγμένη κοινωνικά και πολιτισμικά συγκυρία. Μεγαλύτερο όμως εμπόδιο αποτελεί το μεγάλο οικονομικό κόστος μιας τέτοιας μεταρρύθμισης, που εκτός από τις εγκαταστάσεις, θα πρέπει να λάβει υπόψη και μια σημαντική αύξηση των αμοιβών των λειτουργών-εκπαιδευτικών που θα πρέπει να αναβαθμισθούν και εργασιακά και επιστημονικά και κοινωνικά. Ένα κόστος που ασφαλώς δεν δικαιολογεί η λογική της εκπαίδευσης ως οικονομική επένδυση αλλά μάλλον η λογική της, ως υποχρέωση της πολιτείας. Μιας υποχρέωσης έκτακτης ανάγκης.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2012). *Ανασχεδιασμός της εκπαίδευσης: επενδύοντας στις δεξιότητες για καλύτερα κοινωνικοοικονομικά αποτελέσματα*. COM. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52012DC0669>

Ζουπίδης, Α., Τσελφές, Β. & Καριώτογλου, Π. (2024). Ενεργοποίηση και νοηματοδότηση διερευνητικών πρακτικών μελλοντικών νηπιαγωγών στο πλαίσιο της εκπαίδευσής τους: μελέτη περίπτωσης. Στο Κ. Κώτσης, Γ. Στύλος, Γ. Βακάρου, Α. Γαβρίλας & Δ. Πανάγου (Επιμ.), Ηλεκτρονικά Πρακτικά 13ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Νέες Τάξεις και Έρευνα στη Διδασκαλία, τη Μάθηση και τις Τεχνολογίες στις Φυσικές Επιστήμες, Ιωάννινα, Ελλάδα: Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. ISSN: 1791-1281

- Κωττούλα, Μ. (1998). Το Ενιαίο Πολυκλαδικό Λύκειο: Μια καινοτομία από την σκοπιά των Εκπαιδευτικών. Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή, <https://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/10600?lang=el#page/1/mode/2up>
- Παρούση, Α. & Τσελφές, Β. (2023). Οι Τέχνες στην Εκπαίδευση: μια εκπαιδευτική πρόταση που επιχειρεί να αντισταθμίσει την αντι-συμπεριληπτική θεσμική Κουλτούρα του «Κανού Πολίτη του 21ου αιώνα». Στο, Αντώνης Λενακάκης & Χαρίκλεια Κανάρη (Επιμ.) *Πολιτισμός, Τέχνες και Συμπερίληψη*. Θεωρητικές προσεγγίσεις και εφαρμογές, 355-379, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Σοφία.
- Σολομών, Ι. (1992). *Εξουσία και τάξη στο νεοελληνικό σχολείο: μία τυπολογία των σχολικών χώρων και πρακτικών 1820-1900*. Εκδόσεις Αλεξάνδρεια.
- Συμβούλιο Ε.Ε. (2017). *Σύσταση σχετικά με τη θέσπιση του ευρωπαϊκού πλαισίου επαγγελματικών προσόντων για τη διά βίου μάθηση*. C 189/15, Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Τσελφές, Β. (2002). *Δοκιμή και Πλάνη: Το εργαστήριο στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*, Αθήνα: Νήσος.
- Τσελφές, Β. (2003). Μια πρόταση για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στηριγμένη στην κατά Ι. Hacking προσέγγιση της «εσωτερικής ζωής» τους, στο Κ. Σκορδούλης & Λ. Χαλκιά (Επιμ.), *Η συμβολή της ιστορίας και φιλοσοφίας των φυσικών επιστημών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών*, ΠΤΔΕ-ΕΚΠΑ, Αθήνα.
- Τσελφές, Β. (2021). Γενικότερα εκπαιδευτικά ζητήματα που αναδύονται μέσα από την έρευνα στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία, 1, 111-132, <https://doi.org/10.12681/riste.27272>
- Τσελφές, Β. (2022). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εκπαιδευτική Πολιτική. Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών θεμάτων, 22, δεκτό για δημοσίευση.
- Τσελφές, Β. & Παρούση, Α. (2012). Διδακτικές-μαθησιακές πρακτικές διαχείρισης επιστημονικού περιεχομένου στη Γενική Εκπαίδευση. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 5(1-2), 61-74.
- Τσελφές, Β. & Παρούση, Α. (2010). Η «εικονικότητα» της εκπαιδευτικής πράξης και η περίπτωση της διδασκαλίας-μάθησης των Φυσικών Επιστημών. *Επιστημονική Επετηρίδα Παιδαγωγικού Τμήματος Δ.Ε. Πανεπιστημίου Ιωαννίνων*, 22, 151-178.
- Τσελφές, Β., Ζουπίδης, Α., Τσαλίκη, Χ., Καρνέζου, Μ. & Καριώτογλου, Π. (2024). Θεωρητική προσέγγιση των σχέσεων μεταξύ απόψεων και πρακτικών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Στο Κ. Κώτσης, Γ. Στύλος, Γ. Βακάρου, Λ. Γαβρίλας & Δ. Πανάγου (Επιμ.), *Ηλεκτρονικά Πρακτικά 13ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Νέες Τάξεις και Έρευνα στη Διδασκαλία, τη Μάθηση και τις Τεχνολογίες στις Φυσικές Επιστήμες*, Ιωάννινα, Ελλάδα: Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. ISSN: 1791-1281
- Ackermann, R. (1985). *Data, Instruments and Theory: A Dialectical Approach to Understanding Science*. Princeton: Princeton University Press.

- Bianchi, G., Pisiotis, U. and Cabrera Giraldez, M. (2022). GreenComp. The European sustainability competence framework. Punie, Y. and Bacigalupo, M. editor(s), EUR 30955 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-46485-3, doi:10.2760/13286, JRC128040.
- Brathwaite, J. (2017). Neoliberal Education Reform and the Perpetuation of Inequality. *Critical Sociology*, 43(3), 429-448. <https://doi.org/10.1177/0896920516649418>
- Cochran-Smith, M., Piazza, P., & Power, C. (2012). The Politics of Accountability: Assessing Teacher Education in the United States. *The Educational Forum*, 77(1), 6–27. <https://doi.org/10.1080/00131725.2013.739015>
- Czerniak, C. & Johnson, C. (2014). Interdisciplinary Science Teaching. In N. G. Lederman & S. K. Abell (eds), *Handbook of Research on Science Education*, Volume II, 395-411, New York: Routledge.
- Ebert-Flattau, P., Bracken, J., Van Atta, R., Bandeh-Ahmadi, A., de la Cruz, R. & Sullivan, K. (2006). *The National Defense Education Act of 1958: Selected Outcomes*. Science & Technology Policy Institute, Washington, DC.
- Fisher, T. (2008). The Era of Centralisation: the 1988 Education Reform act and its consequences, *Forum*, 50(2), 255-261.
- Forster, P. M. et. al. (2024). Indicators of Global Climate Change 2023: annual update of key indicators of the state of the climate system and human influence. *Earth System Science Data*, 16, 2625–2658, <https://doi.org/10.5194/essd-16-2625-2024>
- Gandolfi, H. (2024). (Re)considering Nature of Science Education in the Face of Socio-scientific Challenges and Injustices. Insights from a Critical-Decolonial Perspective. *Science & Education*, published online, <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00536-w>
- García-Carmona, A. (2020). From Inquiry-Based Science Education to the Approach Based on Scientific Practices. A Critical Analysis and Suggestions for Science Teaching. *Science & Education*, 29, 443–463, <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00108-8>
- Gericke, N., Högström, P. & Wallin, J. (2023). A systematic review of research on laboratory work in secondary school, *Studies in Science Education*, 59:2, 245-285, DOI: 10.1080/03057267.2022.2090125
- Giroux, H. A. (1999). Schools for Sale: Public Education, Corporate Culture, and the Citizen-Consumer. *The Educational Forum*, 63(2), 140–149. <https://doi.org/10.1080/00131729908984404>
- Hacking, I. (1992). The self-vindication of the laboratory sciences. In A. Pickering (Ed), *Science as practice and culture*, Chicago: The University Chicago Press.
- Hacking, I. (1995). *Representing and Intervening*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hacking, I. (1997). Experimentation and Scientific Realism. In A. Tauber (Ed), *Science and the quest for reality*, 162-181. G.B.: Antony Rowe Ltd.
- Hacking, I. (1999). *The Social Construction of What?* MA: Harvard University Press.

- Hegarty-Hazel, E. (1990). The student laboratory and the science curriculum: An overview. In E. Hegarty-Hazel (Ed.), *The student laboratory and the science curriculum* (pp. 3–26). London: Routledge.
- Hofstein, A. (2017). The role of laboratory in science teaching and learning. In K. S. Taber & B. Akpan (Eds.), *Science Education. An international course companion*, 357–368. Sense Publishers.
- Hursh, D. & Martina, C. A. (2014). Neoliberalism and schooling in the U.S. How state and federal government education policies perpetuate inequality. *Journal for Critical Education Policy Studies*, 1(2), 30-52.
- Illari, P. & Russo, F. (2014). *Causality. Philosophical theory meets scientific practice*. Oxford University Press.
- Laugksch, R. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84, 71–94, [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C)
- Lederman, J., Lederman, N., Bartels, S., and Jimenez, J. (2019). An international collaborative investigation of beginning seventh grade students' understandings of scientific inquiry: Establishing a baseline. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(4), 486-515. <https://doi.org/10.1002/tea.21512>
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2019). Teaching and Learning of Nature of Scientific Knowledge and Scientific Inquiry: Building Capacity through Systematic Research-Based Professional Development. *Journal of Science Teacher Education*, 30(7), 737-762. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2019.1625572>
- Longo, C. (2010). Fostering Creativity or Teaching to the Test? Implications of State Testing on the Delivery of Science Instruction. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 54–57. <https://doi.org/10.1080/00098650903505399>
- Mahon, R. (2010). After Neoliberalism? The OECD, the World Bank and the Child. *Global Social Policy*, 10(2): 172–192.
- Meyhew, K. & Edwards, A. (2009). *The Dewey School: The Laboratory School of the University of Chicago, 1896-1903*. Aldine Transaction, First published in 1965 by Atherton Press.
- Moll, I. (2021). The Myth of the Fourth Industrial Revolution. *Theoria*, 68(167), 1-38. Retrieved Jul 4, 2024, from <https://doi.org/10.3167/th.2021.6816701>
- National Research Council. (2006). *America's Lab Report: Investigations in High School Science*. Committee on High School Science Laboratories: Role and Vision, S.R. Singer, M.L. Hilton, and H.A. Schweingruber, Editors. Board on Science Education, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nowotny, H., Scott, P. & Gibbons, M. (2001). *Re-Thinking Science. Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*, Blackwell Publishing Company.
- Nusche, D., Fuster Rabella, M. & Lauterbach, S. (2024). Rethinking Education in the Context of Climate Change: Leverage Points for Transformative Change, Education Working Paper No 307, OECD

- Pickering, A. (1995). *The Mangle of Practice: Time, Agency, and Science*. University of Chicago Press.
- Pickering, A. (2013). Being in an environment: a performative perspective. *Natures Sciences Sociétés*, 21, 77-83.
- Pickering, A. & Guzik, K. (Eds). (2008). *The Mangle in Practice: Science, Society and Becoming*, Durham (NC), Duke University Press.
- Posner, D. (2004). What's Wrong with Teaching to the Test? *Phi Delta Kappan*, 85(10), 749-751. <https://doi.org/10.1177/003172170408501009>
- Radder, H. (1996), *In and about the world*. New York: State University Press.
- Rayner, S. (2012) Uncomfortable knowledge: the social construction of ignorance in science and environmental policy discourses. *Economy and Society*, 41:1, 107-125, DOI: 10.1080/03085147.2011.637335
- Ruman, H. (2024). *What Is a STEM Lab? A Guide to the Classroom of the Future*, <https://www.smartlearning.com/what-is-a-stem-lab-guide/>
- Ryan, Y. (2001). Higher Education as a Business: Lessons from the Corporate World. *Minerva*, 39(1), 115–135. <http://www.jstor.org/stable/41821179>
- Sadler, T.D., (Ed.). (2011). Situating socio-scientific issues in classrooms as a means of achieving goals of science education. In: *Socio-Scientific Issues in the Classroom: Teaching, Learning and Research*, 1-10, Springer.
- Sahlberg, P. (2016). The Global Educational Reform Movement and Its Impact on Schooling. In Karen Mundy, Andy Green, Bob Lingard, and Antoni Verger (Eds), *The Handbook of Global Education Policy*, 128-144, John Wiley & Sons.
- Saltelli, A. (2023). What is Post-normal Science? A Personal Encounter. *Foundations of Science*. <https://doi.org/10.1007/s10699-023-09932-x>
- Schatzberg, E. (2024). *Τεχνολογία. Κριτική Ιστορία μιας Έννοιας*. Μετάφραση, Θωμάς Τσαναλάκης, Επιμέλεια, Τέλης Τύμπας, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Sellar, S. and Lingard, B. (2014). The OECD and the expansion of PISA: new global modes of governance in education. *British Educational Research Journal*, 40, 917-936. <https://doi.org/10.1002/berj.3120>
- Steinberg, A. (2016). Real learning, real work. School to Work as High School reform. Taylor and Francis Group, First published in 1998.
- Stoller, A. (2018). The flipped curriculum: Dewey's pragmatic university. *Studies in Philosophy and Education*, 37(5), 451-465.
- U.S. Congress. (1958). *National Defense Education Act of 1958*, P.L. 85-864. 85th Congress. Washington, DC: GPO.
- UNESCO. (2015). *Rethinking Education. Towards a global common good?* Paris: UNESCO.
- Volante, L. (2004). Teaching To the Test: What Every Educator and Policy-maker Should Know. *Canadian Journal of Educational Administration and Policy*, 35, <http://www.umanitoba.ca/publications/cjeap/articles/volante.html>
- Whitehead, A. (1929). *The Aims of Education and Other Essays*. New York: Macmillan.

Zahoor, N., Wu, J., Khan, H. & Khan, Z. (2023). De-globalization, International Trade Protectionism, and the Reconfigurations of Global Value Chains. *Management International Review*, 63, 823–859, <https://doi.org/10.1007/s11575-023-00522-4>