

Μέσα από την στήλη “Διαχρονικά και κλασικά” θα δημοσιεύονται μεταφρασμένα κλασικά άρθρα με απόψεις για τις Φυσικές Επιστήμες και τη διδασκαλία τους. Φιλοδοξία είναι η στήλη να αποτελέσει μια από τις μόνιμες στήλες του περιοδικού. Παρακαλούνται οι συνάδελφοι που έχουν υπόψη τους άρθρο κατάλληλο για αυτή τη στήλη, πριν ξεκινήσουν τη μετάφρασή του, να επικοινωνήσουν με τη συντακτική επιτροπή του περιοδικού ώστε να εξασφαλιστεί η σχετική άδεια του αρχικού εκδότη.

Οι Φυσικές Επιστήμες ως περιεχόμενο και ως μέθοδος

John Dewey

ΜΕΤΑΦΡΑΣΗ - ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΣΙΑΤΡΑΣ, ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΚΟΥΜΑΡΑΣ

Αυτή η εργασία είναι η ομιλία του Dewey στο ετήσιο συνέδριο της Αμερικανικής Ένωσης για την Πρόοδο των Φυσικών Επιστημών (AAAS) το 1909. Δημοσιεύθηκε αρχικά στο περιοδικό *Science* **31** (787), 1910, σσ.121-127. Έχει αναπαραχθεί στο περιοδικό *Science & Education* (*Science & Education* 4: 391-398, 1995) με την άδεια του AAAS. Εδώ αναπαράγεται με ελεύθερη άδεια μετά το πέρας 100 ετών από την πρώτη δημοσίευση.

Κάποιος, όπως κι εγώ, που δεν έχει εξειδίκευση σε κανέναν κλάδο των Φυσικών Επιστημών μπορεί, μόνο κάνοντας κάποιες υποθέσεις, να επιχειρήσει να ασχοληθεί με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Όμως αυτή τη στιγμή, σχετικά με το θέμα της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, υπάρχει ένα τεράστιο χάσμα μεταξύ των εξειδικευμένων επιστημόνων και αυτών που ενδιαφέρονται για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών λόγω της σημασίας τους για τη ζωή, αλλά και της σπουδαιότητάς τους στην εκπαίδευση. Για το λόγο αυτό, δεν μπορώ να αντιληφθώ άλλον τρόπο προώθησης μιας αμοιβαίας κατανόησης, που είναι προαπαιτούμενη για την εκπαι-

δευτική πρόοδο, παρά να δηλώσουμε ο καθένας ξεκάθαρα τις προσωπικές μας πεποιθήσεις, ακόμη και αν, με αυτόν τον τρόπο, αποκαλύπτουμε τις αδυναμίες μας και μπαίνουμε σε χώρους που δεν έχουμε το δικαίωμα να βρισκόμαστε.

Μπορώ να υποθέσω ότι όλοι όσοι ενδιαφέρονται για τη διασφάλιση του χώρου των Φυσικών Επιστημών στα πλαίσια της εκπαίδευσης μάλλον αισθάνονται μια κάποια απογοήτευση από τα αποτελέσματα που έχουν μέχρι τώρα επιτευχθεί σε αυτό το θέμα. Οι λαμπερές προβλέψεις βρίσκονται σε κάποια στασιμότητα εκ των πραγμάτων. Βέβαια, αυτή η σχετική αδυναμία προκύπτει, κατά ένα

μέρος, λόγω της απροθυμίας των ιθυνόντων της εκπαίδευσης να δώσουν στη μελέτη των Φυσικών Επιστημών τη θέση που τους αξίζει. Ωστόσο, παρά τις σχετικά ίσες ευκαιρίες που παρέχονται στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σήμερα, σε σύγκριση με το καθεστώς που ίσχυε πριν από δυο γενιές, αυτή η απροθυμία από μόνη της δεν εξηγεί το μη ικανοποιητικό αποτέλεσμα που υπάρχει. Παρά τις υπάρχουσες ευκαιρίες, οι μαθητές δε συρρέουν να σπουδάσουν Φυσικές Επιστήμες στους αριθμούς που είχαν προβλεφθεί, ούτε οι Φυσικές Επιστήμες έχουν αλλάξει την ουσία και τον σκοπό της εκπαίδευσης σε βαθμό ανάλογο με τους ισχυρισμούς που είχαν αρχικά διατυπωθεί. Οι αιτίες για αυτό το αποτέλεσμα είναι πολλές και πολύπλοκες. Δεν ισχυρίζομαι ότι κάνω κάτι περισσότερο από το να διατυπώσω απλά αυτό που αντιλαμβάνομαι ως καθοριστική αιτία για την παραπάνω διαπίστωση. Η αντιμετώπιση του θέματος βρίσκεται κυρίως στους ανθρώπους που ασχολούνται με τις Φυσικές Επιστήμες. Η καθοριστική αιτία για μένα είναι ότι οι Φυσικές Επιστήμες διδάσκονται σε μεγάλο βαθμό ως μια συσσώρευση έτοιμου υλικού με το οποίο οι μαθητές πρέπει να εξοικειωθούν και όχι ως μια μέθοδος σκέψης και στάσης, που ως πρότυπο καθορίζει και μετατρέπει τη διανοητική πρακτική.

Ανάμεσα στους υποστηρικτές της λόγιας εκπαίδευσης που έχουν ταχθεί ενάντια στην εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες, είναι και ο Matthew Arnold για τον οποίο θεωρώ ότι έχει μια ξεχωριστή λογική. Αποδέχτηκε απόλυτα την ανάγκη των μορφωμένων

ανθρώπων να γνωρίζουν αρκετά πράγματα για τις φυσικές συνθήκες της ζωής τους. Έτσι, για παράδειγμα, οι άνθρωποι, αφού αναπνέουν αέρα, είναι λογικό να γνωρίζουν κάποια πράγματα για τη σύνθεση του αέρα και για τη λειτουργία των πνευμόνων. Επιπλέον, αφού οι Φυσικές Επιστήμες αναπτύχθηκαν από ανθρώπους, ένα σημαντικό μέρος του ανθρώπινου πολιτισμού και της γνώσης των σημαντικότερων λόγων και σκέψεων των ανθρώπων συνιστά την εξοικείωση με αυτούς που είχαν έναν πρωταγωνιστικό ρόλο στο χώρο των Φυσικών Επιστημών.

Αυτές οι παραδοχές έγιναν απαραίτητο στοιχείο στην εκπαίδευση και ο Matthew Arnold επέμενε ότι σημαντικό και αναπόφευκτο στοιχείο στην εκπαίδευση είναι οι μαθητές να εξοικειωθούν με την ανθρώπινη ζωή, την τέχνη, τη λογοτεχνία, την πολιτική και τις διακυμάνσεις της επαγγελματικής ζωής. Ο Arnold υποστήριξε ότι η γνώση των παραπάνω πραγμάτων βρίσκεται πιο κοντά στα ανθρώπινα χαρακτηριστικά μας, δεδομένου ότι είμαστε άνθρωποι και όχι φυσικά αντικείμενα. Επιπλέον, υποστήριξε ότι η γνώση της λογοτεχνίας, της τέχνης κτλ καθορίζει τα συναισθήματα και τη φαντασία και τροποποιεί τον χαρακτήρα, ενώ η γνώση για τα αντικείμενα παραμένει μια αδρανής θεωρητική γνώση.

Εκείνοι που πιστεύουν, παρ' όλα αυτά, ότι οι Φυσικές Επιστήμες έχουν ένα ρόλο στην εκπαίδευση, τουλάχιστον ίσο με τα μαθήματα της Λογοτεχνίας και της Γλώσσας, μάλλον κάτι πρέπει να διδαχτούν από αυτή τη διένεξη. Αν αντιμετωπίσουμε τις Φυσικές Επιστήμες και

τον Πολιτισμό απλώς ως περιεχόμενο, δεν επαληθεύεται στην ουσία η υπόθεση του Arnold; Αν το δούμε απ' αυτή τη σκοπιά, η γνώση των ανθρώπινων θεμάτων που διατυπώνεται με προσωπικούς όρους φαίνεται να είναι περισσότερο σημαντική και ενδιαφέρουσα από τη γνώση για τα φυσικά αντικείμενα που μεταφέρεται με απρόσωπους όρους. Κάποιος θα μπορούσε κάλλιστα να αντιταχθεί στον Arnold υποστηρίζοντας ότι αυτός αγνόησε το πλαίσιο των φυσικών δυνάμεων και συνθηκών στην ανθρώπινη ζωή και έτσι δημιούργησε έναν αδύνατο ουσιαστικά δυισμό. Αλλά δε θα ήταν εύκολο να αρνηθεί κάποιος ότι η ιστορική γνώση για τη μάχη των Θερμοπυλών διαμορφώνεται πιο εύκολα, μέσα από το σύνολο των συναισθηματικών εικόνων που κεντρίζουν τους ανθρώπους σε δράση, απ' ότι μπορεί να κάνει ο μαθηματικός τύπος για την επιτάχυνση που έχει ένα κινούμενο βέλος. Ή ότι εκείνο το ποίημα του Burns για τη μαργαρίτα, μας φέρνει πιο άμεσες και συναρπαστικές εικόνες της ζωής απ' ότι οι πληροφορίες για τη μορφολογία της μαργαρίτας.

Υποστηρίζεται ότι τα εκτεταμένα χαρακτηριστικά των φυσικών φαινομένων και ο παγκόσμιος χαρακτήρας των νόμων που διατυπώθηκαν για αυτά, δίνουν κάποιες φορές ένα πλεονέκτημα στις Φυσικές Επιστήμες έναντι της Λογοτεχνίας. Αλλά παρακολουθώντας το θέμα από τη θέση της εκπαίδευσης, αυτή η υποθετική ανωτερότητα μετατρέπεται σε ελάττωμα, δηλαδή, περιορίζουμε τους εαυτούς μας στην οπτική του περιεχομένου. Ακριβώς επειδή τα φαινόμενα

της φύσης είναι πολυπληθή και ανεξάντλητα, δεν ξεκινούν από ένα συγκεκριμένο σημείο και καταλήγουν σε άλλο, και ως εκ τούτου, ως δεδομένα δεν είναι τα καλύτερα στοιχεία για την εκπαίδευση των ανθρώπων που οι ζωές τους εστιάζονται σε αρκετά τοπικές καταστάσεις και οι καριέρες τους είναι απόλυτα εξειδικευμένες. Αν μετακινηθούμε από τον μεγάλο αριθμό των λεπτομερειών στους γενικούς νόμους, πράγματι αντιλαμβανόμαστε ότι οι νόμοι των Φυσικών Επιστημών είναι καθολικοί, αλλά επίσης αντιλαμβανόμαστε ότι αυτή η καθολικότητα σημαίνει αφηρημένες ιδέες και απόσταση από τη ζωή. Οι συνθήκες, τα ενδιαφέροντα, οι συμπεριφορές των ανθρώπων είναι απολύτως συγκεκριμένες και εξειδικευμένες. Δε ζούμε σε έναν καθημερινό κόσμο καθολικών αρχών, αλλά με τη βοήθεια των προσαρμογών, μέσω παραχωρήσεων και συμβιβασμών, παλεύουμε όσο καλύτερα μπορούμε για να διευρύνουμε το φάσμα των χειροπιαστών πραγμάτων, εδώ και τώρα. Μέχρι στιγμής όσον αφορά την εξοικείωση, βοηθούν η εξατομίκευση και ο ανθρώπινος περιορισμός και όχι η απλή καθολικότητα και η ανεξάντλητη πολυπλοκότητα.

Αυτές οι σκέψεις είναι πολύ θεωρητικές. Αλλά έχουν πολλές αντίστοιχες πρακτικές στη σχολική διαδικασία. Μια από τις πιο σοβαρές δυσκολίες που αντιμετωπίζει ο εκπαιδευτικός, που θέλει με καλή πρόθεση να κάνει κάτι που να αξίζει με τις Φυσικές Επιστήμες, είναι το πλήθος τους και το απροσδιόριστο μέγεθος του υλικού στον κάθε τομέα των Φυσικών Επιστημών. Μερικές φορές φαίνεται ότι η

εκπαιδευτική διαθεσιμότητα των Φυσικών Επιστημών καταρρίπτεται λόγω του περιεχομένου τους. Υπάρχει τόσο πολύ περιεχόμενο όσον αφορά τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών που οι εκπαιδευτικοί ταλαντεύονται αβοήθητοι μεταξύ του να επιλέξουν να διδάξουν αυτό που θέλουν ή να διδάξουν λίγο απ' όλα. Αν κάποιος αμφισβητεί αυτό που λέω, απλά να σκεφτεί το τι συνέβαινε στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση όσον αφορά τη μελέτη της φύσης τις τελευταίες δυο δεκαετίες.

Υπάρχει κάτι πάνω στη γη ή στο νερό, κάτω από τη γη ή στα ουράνια, με το οποίο δεν έχουν ασχοληθεί οι εκπαιδευτικοί στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών; Επισκεφτείτε σχολεία όπου διδάσκεται ευσυνείδητα η μελέτη της φύσης. Σ' ένα σχολείο μεταπηδούν με ζήλο από το θρόισμα των φύλλων στα λουλούδια, από τα λουλούδια στα μέταλλα, από τα μέταλλα στα αστέρια, από τα αστέρια στις πρώτες ύλες της βιομηχανίας και από εκεί πίσω στα φύλλα και τις πέτρες. Σε ένα άλλο σχολείο θα βρείτε παιδιά να επιδιώκουν ενεργά να συμβαδίσουν με αυτό που ονομάζεται «διδασκτέα ύλη». Απεικονίζουν με γραφικές παραστάσεις τα καταγεγραμμένα στοιχεία από τα βαρόμετρα και τα θερμομέτρα, σχεδιάζουν τις αλλαγές και τις ταχύτητες των ανέμων, εξαντλούν τα χρωματιστά μολύβια για να μπορέσουν να αποτυπώσουν το ποσοστό της ηλιοφάνειας και της συννεφιάς σε διαδοχικές ημέρες και εβδομάδες, καταγράφουν τα δεδομένα της αλλαγής του μήκους της σκιάς ενός αντικειμένου που οφείλεται στη θέση του

ήλιου, υπολογίζουν τα αθροίσματα του ποσοστού της βροχόπτωσης και της ατμοσφαιρικής υγρασίας και στο τέλος του τρέχοντος έτους, όπως οι κινούμενες πέτρες, πιάνουν λίγα βρύα. (Σ.τ.Μ. Ο Dewey στο σημείο αυτό κάνει λογοπαίγνιο: υπάρχει η παροιμία «rolling stones gather no moss», δηλ. οι κινούμενες πέτρες δεν πιάνουν βρύα. Οι μαθητές όμως πιάνουν λίγα βρύα, μουχλιάζουν. Το πλήθος των Φυσικών Επιστημών και το απροσδιόριστο μέγεθος του υλικού στον κάθε τομέα των Φυσικών Επιστημών εξηγεί το γιατί).

Δεν είναι να απορεί κανείς γιατί μετά από λίγο οι δάσκαλοι αποζητούν τα όρια των καλών παραδοσιακών μαθημάτων, για παράδειγμα, στη γραμματική της Αγγλικής γλώσσας, όπου τα μέρη του λόγου μπορούν να περιοριστούν στα εφτά αλλά δεν μπορούν να ξεπεράσουν τα εννιά, στα σχολικά βιβλία της Γεωγραφίας με τον άκρως περιοριστικό αριθμό των ηπείρων, ακόμη και για τις πολεμικές επιχειρήσεις και τις λίστες των βασιλιάδων στην Ιστορία, δεδομένου ότι δεν μπορεί να διευρυνθούν πέρα από ένα ορισμένο σημείο, τέλος και για τα «Άπαντα» στη Λογοτεχνία, από τη στιγμή που ένα απλό βιβλίο μπορεί να περιέχει τα «Ποιήματα που κάθε παιδί θα πρέπει να γνωρίζει».

Υπάρχουν αρκετοί που δεν πιστεύουν ότι έχει σημασία το τι κάνουν τα παιδιά, με τον έναν ή τον άλλο τρόπο, στις Φυσικές Επιστήμες στο δημοτικό σχολείο. Δε συμφωνώ σε γενικές γραμμές. Πιστεύω ότι η μελέτη των Φυσικών Επιστημών είναι και πρέπει να είναι καθορισμένη τα πρώτα χρόνια της ζωής μας.

Σε κάθε περίπτωση όμως, πόσο διαφορετική είναι η κατάσταση στα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από την κατάσταση που έχει μόλις έχει περιγραφεί; Οποιοσδήποτε έχει παρακολουθήσει τα τελευταία 25 χρόνια τις εξετάσεις εισαγωγής στα κολέγια, όσον αφορά τις βασικές απαιτήσεις στο χώρο των Φυσικών Επιστημών, μπορεί να βεβαιώσει ότι η κατάσταση βρίσκεται σε μία ιδιαίτερα ασταθή ισορροπία μεταξύ: των μικρών απαιτήσεων από πολλά πεδία των Φυσικών Επιστημών, μιας καλής (συγκριτικά) διαπραγμάτευσης ενός, ένας συνδυασμός της Βιολογίας και Φυσικής ή Χημείας, και της αυθαίρετης επιλογής από τον μαθητή ενός, δύο ή τριών από μια λίστα με έξι ή επτά εξειδικευμένους τομείς των Φυσικών Επιστημών. Η μόνη πιθανή ασφαλή γενίκευση είναι ότι οποιοδήποτε μάθημα (Φυσικών Επιστημών) διδάσκεται σε ένα εκπαιδευτικό ίδρυμα, αλλάζει τόσο συχνά όσο ο ανθρώπινος οργανισμός αλλάζει τους ιστούς του. Η τάση κατά πάσα πιθανότητα βρίσκεται προς την κατεύθυνση της μείωσης της διδασκαλίας των εννοιών των Φυσικών Επιστημών, αλλά καθένας που έχει παρακολουθήσει την ιστορία των παιδαγωγικών συζητήσεων θα παραδεχθεί ότι οποιαδήποτε αλλαγή στα θέματα που πρέπει να διδάσκονται, συνοδεύεται από τροποποιήσεις στα κομμάτια των θεμάτων που επιλέγονται και στα οποία δίνεται έμφαση.

Όλη αυτή η αλλαγή είναι, ως ένα σημείο, σύμπτωμα μιας υγιούς δραστηριότητας, μια αλλαγή που χρειάζεται απαραίτητα σε μια

ομάδα σπουδών τόσο νέα που οι επιστήμονες θα πρέπει να χαράξουν το δικό τους μονοπάτι, από τη στιγμή που δεν έχουν κάποια παράδοση πάνω στην οποία μπορούν να στηριχθούν, όπως γίνεται στο πεδίο της Γλώσσας και της Λογοτεχνίας. Όμως αυτή η παραδοχή δεν καλύπτει όλο το πεδίο των αλλαγών. Ένα σημαντικό μέρος της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών δεν οφείλεται στον έξυπνο πειραματισμό ή στην εξερεύνηση (εννοεί των προς διδασκαλία θεμάτων), αλλά σε στατικές συμπεριφορές δράσης - αντίδρασης και σε εμμονές ορισμένων ανθρώπων που προπαγανδίζουν κάποιο εμφατικό δόγμα.

Φανταστείτε στην ιστορία της διδασκαλίας της Γλώσσας να διαβάζαμε: «Στα τέλη της δεκαετίας του εβδομήντα και στις αρχές της δεκαετίας του ογδόντα του δέκατου ένατου αιώνα παρατηρείται μια αξιοσημείωτη αύξηση της επικέντρωσης των λυκείων στις γλωσσικές σπουδές. Εκατοντάδες σχολεία υιοθέτησαν ένα εκτεταμένο και συνεργατικό σχήμα για τη διδασκαλία της γλώσσας, με το οποίο εννοείται ότι καλύπτεται σχεδόν ολόκληρο το γλωσσικό πεδίο. Το κάθε ένα από τα τρίμηνα του σχολικού έτους αφιερώνεται σε μια Γλώσσα. Στο πρώτο έτος διδάσκονταν τα Λατινικά, τα Ελληνικά και τα Σανσκριτικά. Το επόμενο έτος διδάσκονταν τα Γαλλικά, τα Γερμανικά και τα Ιταλικά. Ενώ το τελευταίο έτος αφιερώνεται στην επανάληψη και ως μαθήματα επιλογής είναι τα Εβραϊκά και τα Ισπανικά».

Ο παραπάνω ιστορικός παραλληλισμός εγείρει ερωτήματα (πέραν θεμάτων σχετικών

με την πληθώρα της ύλης που διδάσκεται στις Φυσικές Επιστήμες, αντίστοιχης με την παραπάνω διδασκαλία της μιας γλώσσας ανά τρίμηνο) που αφορούν την εκπαιδευτική αξία, ας πούμε, των Λατινικών. Πόσο (αυτή η εκπαιδευτική αξία) οφείλεται στα «ανθρωπιστικά χαρακτηριστικά», στην κατανόηση των καλύτερων σκέψεων και των καλύτερων λόγων του κόσμου και πόσο οφείλεται στο ότι διδάσκεται π.χ. συνεχώς για τουλάχιστον τέσσερα χρόνια; Πόσο οφείλεται στην οργάνωση που αυτή η μακρά περίοδος διδασκαλίας επέτρεψε και επέβαλε; Πόσο οφείλεται στη συστηματική προσπάθεια μιας συνεχούς διασύνδεσης της νέας γνώσης με την προϋπάρχουσα γνώση, όχι απλώς μέσω της μονότονης επανάληψης, αλλά ως ένα αναγκαίο εργαλείο για τα επιτεύγματα που θα ακολουθήσουν; Μήπως έχουμε το δικαίωμα να συμπεράνουμε ότι η μέθοδος που απαιτούν οι σπουδές είναι η πηγή της αποτελεσματικότητας και όχι οτιδήποτε που περιλαμβάνεται στο περιεχόμενό τους;

Έτσι, επανερχόμαστε ξανά στον πρωταρχικό σκοπό της εργασίας: η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών έχει περάσει από πολλά εμπόδια επειδή οι Φυσικές Επιστήμες τόσο συχνά παρουσιάζονται απλώς ως μια έτοιμη γνώση, ως γνωστικό αντικείμενο με περιεχόμενο γεγονότων και νόμων, παρά σαν μια αποτελεσματική μέθοδος έρευνας οποιουδήποτε γνωστικού αντικειμένου.

Οι Φυσικές Επιστήμες μπορούν να καταλάβουν μια σελίδα στο βιβλίο του πραγματικού κόσμου, σε αντιδιαστολή με τον πλαστό κόσμο, που είναι η επιδίωξη των

κλασικών στα σχολεία. Ο ισχυρισμός για την αξία των κλασικών σπουδών βασίζεται φανερά στην πολιτιστική τους αξία. Αλλά η ευφάνταστη βαθιά γνώση των ανθρώπινων υποθέσεων είναι ίσως το τελευταίο πράγμα, που έχει πάρει ο μέσος μαθητής από την ενασχόλησή του με τους κλασσικούς. Ο χρόνος του δαπανήθηκε για την εκμάθηση μιας γλώσσας και όχι για την εκτίμηση της ανθρωπότητας. Σε κάποιο βαθμό, εξαιτίας της επιβεβλημένης απλούστευσης (για να μην πω ανεπάρκειας), ο μαθητής, αν αποκτά κάτι, αποκτά κάποια συνήθη μέθοδο. Ο υπερασπιστής των Φυσικών Επιστημών, μπερδεμένος, ωστόσο, από την παράδοση ότι το περιεχόμενο είναι ο αποτελεσματικός παράγοντας σκέφτηκε ότι θα μπορούσε να δικαιολογήσει τις απόψεις του για την αξία της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, με ανάλογο σκεπτικό. Ως εκ τούτου έχει παραπλανηθεί και βασίζει τους ισχυρισμούς του στην ανώτερη σημασία του συγκεκριμένου περιεχομένου, ακόμη και σε προσπάθειες να αυξηθεί ακόμη περισσότερο το πεδίο του επιστημονικού περιεχομένου στην εκπαίδευση. Η προσέγγιση του Spencer είναι χαρακτηριστική. Ο Spencer, για να αναδείξει το προνόμιο των Φυσικών Επιστημών, έθεσε το ερώτημα ποια γνώση και ποια δεδομένα είναι αυτά που είναι τα πιο σημαντικά για τη ζωή και λαμβάνοντας υπόψη το κριτήριο της αξίας του περιεχομένου, απαντώντας τα παραπάνω ερωτήματα, αποφάνθηκε υπέρ των Φυσικών Επιστημών. Έχοντας έτσι προσδιορίσει την εκπαίδευση ως μια συγκέντρωση πληροφοριών, δεν είναι έκπληξη ότι για το υπόλοιπο

της ζωής του δίδαξε ότι πρέπει να αναμένουμε συγκριτικά λίγα από την εκπαίδευση στον τομέα των ηθικών και κοινωνικών μεταρρυθμίσεων, δεδομένου ότι τα κίνητρα της καθοδήγησης επαφίενται σ' αυτά που συμπαθεί ή αντιπαθεί κάποιος και όχι στην απλή αναγνώριση της ουσίας των γεγονότων.

Βέβαια, εάν υπάρχει οποιαδήποτε γνώση που να αξίζει να τη γνωρίζουμε είναι η γνώση για τους τρόπους που οτιδήποτε καταλήγει να αποκαλείται γνώση και όχι να είναι μια απλή γνώμη, μια υπόθεση ή ένα δόγμα.

Αυτού του είδους η γνώση δεν μπορεί να αποκτηθεί από μόνη της. Δεν είναι ένα σώμα πληροφοριών, αλλά ένας τρόπος διανοητικής πρακτικής, μια συνήθης τάση του μυαλού. Μόνο όταν κάποιος συμμετέχει ενεργά στη δημιουργία της γνώσης, μετατρέποντας τις σκέψεις και τις γνώμες σε απόψεις βασισμένες στην έρευνα, θα μπορέσει να αποκτήσει τη γνώση για τις μεθόδους της γνώσης. Επειδή η ενεργός συμμετοχή στη δημιουργία της γνώσης έχει ελαχιστοποιηθεί και επειδή η εμπιστοσύνη στην αποτελεσματικότητα της εξοικείωσης με ορισμένα είδη γεγονότων είναι ευρέως διαδεδομένη, οι Φυσικές επιστήμες δεν έχουν πετύχει στην εκπαίδευση αυτό που είχε προβλεφθεί ότι θα πετύχαιναν.

Ορίζουμε τις Φυσικές Επιστήμες ως συστηματοποιημένη γνώση, αλλά αυτός ο ορισμός είναι τελείως διφορούμενος. Σημαίνει το σύνολο των γεγονότων, δηλ. το περιεχόμενο; Ή εννοεί τις διαδικασίες με τις οποίες κάτι ταιριάζει να αποκαλείται γνώση που δημιουργείται και εισάγεται με τη ροή της εμπειρίας; Για τις Φυσικές Επιστήμες σημαίνει

ότι η απάντηση είναι αναμφίβολα και τα δυο αυτά πράγματα και δικαίως. Αλλά με βάση το χρόνο και τη σημασία των Φυσικών Επιστημών, οι Φυσικές Επιστήμες ως μέθοδος προηγούνται των Φυσικών Επιστημών ως περιεχόμενο. Η συστηματοποιημένη γνώση είναι επιστήμη μόνο επειδή έχει αναζητηθεί, έχει επιλεχθεί και έχει τακτοποιηθεί με φροντίδα και πληρότητα. Μόνο πιέζοντας τη γλώσσα, πέρα από αυτό που θεωρείται αξιοπρεπές, μπορούμε να ορίσουμε τέτοιες πληροφορίες των Φυσικών Επιστημών ως έτοιμες προς απόκτηση, χωρίς τον ενεργό πειραματισμό και τη δοκιμή.

Η δύναμη αυτού του ισχυρισμού δεν είναι παρόμοια με την κοινοτοπία της επιστημονικής οδηγίας ότι το εγχειρίδιο και η διάλεξη δεν είναι αρκετά και ότι ο μαθητής πρέπει να πραγματοποιήσει εργαστηριακές ασκήσεις. Ένας μαθητής μπορεί να κατακτήσει εργαστηριακές μεθόδους όσο απομονωμένες και να είναι, όπως ακριβώς μπορεί να αποκτήσει τις πληροφορίες από τα σχολικά εγχειρίδια. Η διανοητική στάση κάποιου δεν αλλάζει απαραίτητα επειδή ασχολείται με ορισμένους μηχανικούς χειρισμούς και διαχειρίζεται εργαλεία και υλικά. Πολλοί μαθητές έχουν αποκτήσει δεξιότητες και ικανότητας σε εργαστηριακές μεθόδους χωρίς να αξίζει να έχουν τον τίτλο της γνώσης. Για να κάνουν συγκεκριμένα πράγματα, για να μάθουν συγκεκριμένους τρόπους διαδικασιών, θα πρέπει να κατακτήσουν μέρος του περιεχομένου, όπως για παράδειγμα στη Χημεία, όπου πρέπει να μάθουν τα σύμβολα (H_2SO_4) ή την ατομική θεωρία. Όλα τα

προηγούμενα είναι μέρος της αρένας της διαδικασίας αποκάλυψης της γνώσης. Προκειμένου κάποιος να προχωρήσει στο μυστήριο θα πρέπει να τελειοποιήσει το τελετουργικό του. Μπορούμε όλοι να αντιληφθούμε πως το εργαστήριο μπορεί να μετατραπεί σε λειτουργικό! Λέγοντάς το πιο σύντομα, είναι πρόβλημα, είναι δύσκολο πρόβλημα να χρησιμοποιείς τα υλικά έτσι ώστε οι τεχνικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται κάθε φορά σε κάποιο θέμα να μετατραπούν σε εργαλεία συνειδητής υλοποίησης της έννοιας της γνώσης – τι απαιτείται στον τρόπο σκέψης και της αναζήτησης των αποδεικτικών στοιχείων πριν οτιδήποτε περάσει από τη σφαίρα της γνώσης, της εικασίας και του δόγματος στη σφαίρα της γνώσης. Ωστόσο, εκτός και αν αυτή η αντίληψη προκύψει μελλοντικά, μπορούμε με δυσκολία να ισχυριστούμε ότι ένα άτομο μπορεί να εκπαιδευτεί στις Φυσικές Επιστήμες. Το πρόβλημα της μετατροπής των εργαστηριακών τεχνικών σε διανοητική σκέψη είναι ακόμη πιο έντονο από εκείνο της αξιοποίησης των πληροφοριών που προκύπτουν από το σχολικό βιβλίο. Σχεδόν κάθε δάσκαλος έχει παγιδευτεί στην αποκλειστική διδασκαλία πληροφοριών από το βιβλίο, αλλά η συνείδηση των περισσότερων είναι επαναπαυμένη αν οι μαθητές ασχοληθούν απλώς με μερικές εργαστηριακές ασκήσεις. Δεν είναι αυτό το μονοπάτι του πειράματος και της επαγωγικής διαδικασίας με το οποίο αναπτύσσονται οι Φυσικές Επιστήμες;

Ελπίζω ότι δεν προκύπτει ότι αρνούμαι τα απόλυτα επιτεύγματα και τις βελτιώσεις, εάν

επισημάνω, στηριζόμενος στη σχετική ατέλεια και στην οπισθοδρόμηση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, το πόσο μικρή πρόοδο έκανε η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην προστασία του λεγόμενου μορφωμένου κόσμου ενάντια στην αναγέννηση όλων των ειδών των δεισδαιμονιών και ανοησιών. Πράγματι, κάποιος μπορεί να πάει ακόμη μακρύτερα και να πει ότι η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών δεν έχει προστατεύσει τους ανθρώπους που πήγαν σχολείο από την αναβίωση όλων των ειδών του αποκρυφισμού, αντίθετα σε κάποιο βαθμό άνοιξε τον δρόμο για την αναβίωσή τους. Δεν έχουν εξηγήσει οι Φυσικές Επιστήμες πολλά αξιοπερίεργα; Εάν για παράδειγμα η ραδιενέργεια είναι αποδεδειγμένη, γιατί η τηλεπάθεια δεν μπορεί να είναι πιθανή; Θα πρέπει εμείς, οι μορφωμένοι ιδεαλιστές και μέχρι πρόσφατα παθητικοί ερευνητές, να παραδεχτούμε ότι η ύλη έχει τέτοιες δυνατότητες και δεν τις έχει το μυαλό μας; Όταν όλοι επιτρέπουμε την αδίστακτη προθυμία των εφημερίδων και των περιοδικών να δημοσιεύσουν οποιοδήποτε θαύμα της αποκαλούμενης επιστημονικής ανακάλυψης που μπορεί να δώσει μια στιγμιαία συγκίνηση σε οποιονδήποτε αναγνώστη, υπάρχει ακόμα, πιστεύω, ένα μεγάλο υπόλοιπο του δημοσιευμένου υλικού που βασίζεται κατά κύριο λόγο σε μια ειλικρινή άγνοια. Πολλά πράγματα έχουν επιβεβαιωθεί από τις Φυσικές Επιστήμες, τόσο πολλά πράγματα που κάποιος θα φανταζόταν παράλογο το ότι έχουν τεκμηριωθεί, τότε γιατί όχι ένα ακόμη και γιατί όχι αυτό εδώ; Η προώθηση των Φυσικών Επιστημών ως

περιεχόμενο έχει ξεφύγει τόσο πολύ στην εκπαίδευση από τις επιστημονικές συνθήκες του μυαλού που, ως ένα βαθμό, η κοινή ανθρώπινη λογική έχει αποβεί σε βάρος τους.

Θα πρέπει επίσης να χρεωθεί στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών κάτι από την παρούσα ελαφρότητα των απόψεων και ο ψευτο-σκεπτικισμός. Ο μέσος άνθρωπος που έχει επίγνωση των ταχύτατων αλλαγών του περιεχομένου και διδάχτηκε με τέτοιο τρόπο που να πιστεύει ότι το περιεχόμενο, όχι η μέθοδος, αποτελεί τις Φυσικές Επιστήμες, θα επισημαίνει στον εαυτό του ότι αν αυτό είναι Φυσικές Επιστήμες, τότε οι Φυσικές επιστήμες βρίσκονται σε συνεχή αλλαγή και δεν υπάρχει καμιά σταθερότητα πουθενά. Αν είχε δοθεί έμφαση στη μέθοδο της κατάκτησης της γνώσης τότε από αυτήν την αλλαγή του περιεχομένου θα είχε μάθει το μάθημα της περιέργειας, της ευελιξίας και της υπομονετικής διερεύνησης. Όπως είναι τώρα τα πράγματα, το αποτέλεσμα είναι, πολύ συχνά, ένας αδιάφορος κορεσμός.

Δεν εννοώ ότι τα σχολεία μας θα πρέπει να προετοιμάζουν τους μαθητές ως κριτές της αλήθειας και του ψεύδους σε εξειδικευμένα επιστημονικά θέματα. Αλλά εννοώ ότι η μεγαλύτερη πλειοψηφία των μαθητών που αφήνουν το σχολείο θα πρέπει να έχουν κάποια ιδέα τι στοιχεία χρειάζονται για να τεκμηριωθούν οι απόψεις που δε φαίνονται παράλογες. Εξάλλου δεν είναι παράλογο να περιμένουμε ότι θα πρέπει να προχωρήσουν στη ζωή τους με ένα ζωηρό ενδιαφέρον για τους τρόπους με τους οποίους βελτιώνεται η γνώση και με μια έντονη αποστροφή για όλα

τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν και δεν ταίριαζαν με τις μεθόδους της επιστημονικής έρευνας. Θα ήταν παράλογο, για παράδειγμα, να αναμένουμε οποιοδήποτε μεγάλο αριθμό μαθητών να εξειδικεύονται στις τεχνικές μεθόδους για τον προσδιορισμό της απόστασης, της κατεύθυνσης και της θέσης στις αρκτικές περιοχές. Θα ήταν όμως δυνατόν, σε γενικές γραμμές, να αναπτυχθεί μια νοητική κατάσταση των Αμερικανών στην οποία η, δήθεν έντονη, αμερικανική αίσθηση του χιούμορ θα αντιδρούσε όταν θα προτεινόταν να διευθετηθεί το θέμα της κατάκτησης των πόλων με δημοτικά ψηφίσματα τις αβάσιμες ψηφοφορίες στα τρένα ή ακόμη και στα κύρια άρθρα των εφημερίδων.

Αν στα προηγούμενα μου σχόλια έχω αγγίξει επιφανειακά ορισμένες πτυχές της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών και δεν έχω εισέλθει σε βάθος δεν είναι επειδή δεν συνειδητοποιώ τη σημασία του θέματος. Μια από τις δυο αρχές που παραμένουν στο σύστημα αξιών της ζωής μου είναι ότι το μέλλον του πολιτισμού μας εξαρτάται από την εξάπλωση της διεύρυνσης και της εμβάθυνσης της επιστημονικής σκέψης. Και ότι το κυριότερο πρόβλημα στην εκπαίδευσή μας είναι να ανακαλύψουμε πώς μπορούμε να ωριμάσουμε την επιστημονική σκέψη και να την καταστήσουμε περισσότερο αποτελεσματική. Η ανθρωπότητα μέχρι στιγμής διευθύνεται από αντικείμενα και λέξεις και όχι από σκέψεις. Μέχρι τις τελευταίες ιστορικές στιγμές, η ανθρωπότητα δεν κατείχε τους όρους της ασφαλούς και αποτελεσματικής σκέψης. Χωρίς να παραγνωρίζω στο ελάχιστο

ότι οι άνθρωποι στηρίζονται στην θεωρητική τους παιδεία, θα πήγαινα ακόμη πιο μακριά λέγοντας ότι η σταδιακή αντικατάσταση της θεωρητικής παιδείας από την επιστημονική εκπαίδευση μπορεί να εξασφαλίσει στον άνθρωπο την πρόοδο και τη βελτίωση της θέσης του. Εμείς θα συνεχίσουμε να κατεχόμαστε από τα πράγματα, εκτός κι αν καταφέρουμε να τα κατακτήσουμε εμείς. Η μαγεία που οι λέξεις ρίχνουν πάνω στα πράγματα μπορεί να συγκαλύψει την υποταγή μας ή να την αποδώσει ως μη-ικανοποίηση, αλλά οι Φυσικές Επιστήμες, όχι οι λέξεις, ρίχνουν το μόνο αναγκαστικό ξόρκι στα πράγματα.

Η επιστημονική μέθοδος δεν είναι απλώς μια μέθοδος που έχει αποδειχθεί επικερδής, όταν την ακολουθούμε στο ένα ή στο άλλο δυσνόητο θέμα, για καθαρά τεχνικούς λόγους. Αποτελεί τη μόνη μέθοδο σκέψης που έχει αποδειχθεί καρποφόρα σε κάθε κατάσταση – αυτό εννοούμε όταν την αποκαλούμε επιστημονική. Δεν είναι μια ιδιόμορφη ανάπτυξη της σκέψης για εξειδικευμένα χαρακτηριστικά. Είναι η σκέψη, όσο η σκέψη αποτελεί συνειδητή κατάσταση, και αξιοποιεί έναν κατάλληλο εξοπλισμό για να οδηγηθεί στην επιτυχία.

Το σύγχρονο πολεμικό πλοίο φαίνεται να συμβολίζει την τρέχουσα θέση των Φυσικών Επιστημών στη ζωή και στην εκπαίδευση. Το πολεμικό πλοίο δε θα μπορούσε να υπάρξει αν δεν υπήρχαν οι Φυσικές Επιστήμες: τα Μαθηματικά, η Μηχανική, η Χημεία, η προμήθεια της ηλεκτρικής ενέργειας, η τεχνική

όσον αφορά την κατασκευή και τη διαχείριση. Όμως οι στόχοι, τα ιδανικά στην υπηρεσία του οποίου αυτή η θαυμάσια τεχνική εμφανίζεται, είναι οι παράγοντες επιβίωσης της προ-επιστημονικής εποχής, δηλαδή της βαρβαρότητας. Οι Φυσικές Επιστήμες ακόμη και σήμερα δεν συνδέονται με τη διαμόρφωση των κοινωνικών και ηθικών ιδεωδών για χάρη των οποίων οι Φυσικές Επιστήμες (θα έπρεπε να) χρησιμοποιούνται. Ακόμη κι όταν οι Φυσικές Επιστήμες έχουν κατακτήσει την αρμόζουσα αναγνώριση, παραμένουν μια σειρά από χαρακτηριστικά που θα επιβληθούν στις Φυσικές Επιστήμες από ξένες παραδόσεις. Αν ποτέ θα κυβερνηθούμε από τη νοημοσύνη, όχι από πράγματα ή από λέξεις, οι Φυσικές Επιστήμες θα πρέπει να μπορούν να μας πούνε τι να κάνουμε και όχι απλώς για το πώς μπορούμε να το κάνουμε εύκολα και οικονομικά. Εάν αυτή η ολοκλήρωση επιτευχθεί, η μετατροπή θα πρέπει να γίνει μέσω της εκπαίδευσης, γεφυρώνοντας την καθημερινή συμπεριφορά των ανθρώπων με τη σημασία της επιστημονικής γνώσης και την πλήρη εισαγωγή των συνθηκών που είναι αναγκαίες για την επίτευξη της γεφύρωσης. Η ενεργή συμμετοχή στην παραγωγή της γνώσης είναι το υψηλότερο προνόμιο που έχει ο άνθρωπος και η μόνη συνθήκη που διασφαλίζει την ελευθερία του. Όταν τα σχολεία μας γίνουν πραγματικά εργαστήρια παραγωγής γνώσης και όχι μύλοι που να αλέθουν πληροφορίες, δεν θα υπάρχει πλέον ανάγκη να συζητάμε για τη θέση των Φυσικών Επιστημών στην εκπαίδευση.