

ΤΟ HARVARD PROJECT PHYSICS COURSE ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Δ. ΣΚΟΡΔΟΥΛΗΣ

Το θεωρητικό τοπίο στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών κυριαρχείται από την αντιπαράθεση δυο αντιτιθέμενων παραδειγμάτων: Αυτό του «εποικοδομητισμού» (είτε στη ριζοσπαστική είτε στη κοινωνική μορφή του) και αυτό του «αντικειμενισμού». Το μεν πρώτο οδηγεί σε μια «μαθητοκεντρική» διδασκαλία και το δεύτερο σε μια μετωπικού τύπου διδασκαλία.

Στο κεφάλαιο αυτό που ακολουθεί, εξετάζουμε τις προϋποθέσεις για την υιοθέτηση ενός διαφορετικού διδακτικού παραδείγματος το οποίο, όπως πιστεύουμε, αποφεύγει τους σκοπέλους του σχετικισμού, που υποκρύπτει η μαθητοκεντρική διδασκαλία, και του ακραίου αντικειμενισμού της μετωπικής διδασκαλίας: αυτού της Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών με βάση την Ιστορία και τη Φιλοσοφία. Το Παράδειγμα αυτό δεν είναι τόσο νέο αφού η βασική του ιδέα ανιχνεύεται ήδη από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα πήρε όμως την πρώτη διδακτική μορφοποίηση του τη δεκαετία του '60.

Η Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με βάση την Ιστορία και τη Φιλοσοφία των Φυσικών Επιστημών αποτελεί τη βάση μιας ανθρωπιστικής, αντιαυταρχικής και δημοκρατικής εκπαίδευσης. Η Ιστορία των Φυσικών Επιστημών, της Επιστήμης γενικότερα, θεωρείται τμήμα της Ιστορίας του ανθρώπινου πολιτισμού αφού και η ίδια η επιστήμη στα σύγχρονα προγράμματα STS (Επιστήμη-Τεχνολογία-Κοινωνία) παρουσιάζεται ως ένας ιδιαίτερος πολιτισμικός χώρος, ως μια ιδιαίτερη μορφή κουλτούρας.

Η κεντρική ιδέα ενός προγράμματος διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών με βάση την Ιστορία και τη Φιλοσοφία είναι ότι η μάθηση των Φυσικών Επιστημών θα πρέπει να συνδυάζεται με τη μάθηση για το τι είναι οι Φυσικές Επιστήμες και πως εξελίχθηκε ως επιστήμη.

Από τη μελέτη της πρόσφατης διεθνούς βιβλιογραφίας μπορούμε να δούμε ότι έχουν σχηματιστεί δύο απαντήσεις στο ερώτημα «Γιατί να χρησιμοποιήσουμε την Ιστορία στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών;»

Η πρώτη απάντηση είναι: «γιατί έχει διαπιστωθεί από εμπειρικές μελέτες ότι μια τέτοια διδακτική προσέγγιση έχει δώσει ενθαρρυντικά αποτελέσματα όσον αφορά τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών».

Η δεύτερη απάντηση σχετίζεται με την ανάδειξη του ανθρώπινου προσώπου της επιστήμης, της πιθανότητας ότι η επιστήμη μπορεί και να σφάλλει (η ανάδειξη και διδακτική εκμετάλλευση του «Λάθους»), της επιρροής ταξικών, ρατσιστικών και σεξιστικών προτύπων κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Σε τελική ανάλυση ότι δυτική επιστήμη είναι ένα γνωστικό σύστημα πρόσληψης του κόσμου που αναπτύχθηκε σε συγκεκριμένα πολιτισμικά πλαίσια και ότι η καθιέρωσή της και κοινωνική της αποδοχή είναι αποτέλεσμα του γνωσιακού της πλεονεκτήματος και των επιτυχών τεχνολογικών της εφαρμογών που αξιολογούνται όμως σε συγκεκριμένο κοινωνικο-πολιτισμικό περιβάλλον.

Θα πρέπει, με άλλα λόγια, να διακρίνουμε ότι κάποιοι υιοθετούν την ιστορική προσέγγιση με στόχο να αναδείξουν το μεγαλείο των επιστημονικών κατακτήσεων και να επιβεβαιώσουν το ότι η επιστημονική γνώση αποτελεί τη μόνη έγκυρη γνώση καταφανώς ανώτερη από τις άλλες υπάρχουσες μορφές γνώσης.

Κάποιοι άλλοι υιοθετούν την ιστορική προσέγγιση με στόχο την ανάδειξη μιας κριτικής στάσης απέναντι στο θετικιστικό παράδειγμα, την υιοθέτηση από τους μαθητές μιας κριτικής στάσης απέναντι στον επιστημονισμό και τον τεχνοκρατισμό.

Αν και σε μεγαλύτερο βαθμό συμφωνούμε με τη δεύτερη προσέγγιση εν τούτοις δεν θα πρέπει να υποτιμούμε τη στάση των επιστημόνων σήμερα απέναντι είτε σε μυστικιστικού τύπου θεωρίες (τύπου 'new age') είτε σε προσπάθειες αντικατάστασης των επιστημονικών θεωριών από θεολογικές (βλ. διαμάχη για την αντικατάσταση της θεωρίας της Εξέλιξης στα αμερικανικά αναλυτικά προγράμματα από τη θεωρία της Δημιουργίας).

Η ΣΧΕΣΗ ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Ο Ernst Mach, ο οποίος μπορεί να θεωρηθεί ως ο θεμελιωτής της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, είναι ο πρώτος που αναζήτησε τη σχέση της Διδακτικής

των Φυσικών Επιστημών με την Ιστορία των Φυσικών Επιστημών, όταν στο πρώτο τεύχος του περιοδικού *Zeitschrift fur den Physicalischen und Chemischen Unterricht* αλλά και στο κλασικό του έργο *Science of Mechanics*¹ (1883) υποστήριξε ότι: «Για να κατανοήσουμε μια έννοια είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε την ιστορική της εξέλιξη». Η προτροπή αυτή επανεμφανίζεται το 1917 στην Ετήσια Συνεδρία του *British Association for the Advancement of Science*-(BAAS) όταν υποστηρίχθηκε ότι η Ιστορία της Επιστήμης μπορεί να διαλύσει τις τεχνητές διαχωριστικές γραμμές που υψώνονται ανάμεσα στις Ανθρωπιστικές Σπουδές και τις Φυσικές Επιστήμες στα Αναλυτικά Προγράμματα.

Η οργανική σχέση όμως της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών με την Ιστορία των Φυσικών Επιστημών διαμορφώνεται τις δεκαετίες 50 - 60 στις ΗΠΑ. Μεσούντος του ψυχρού πολέμου και του ανταγωνισμού των εξοπλισμών, το *National Science Foundation* χρηματοδότησε το πρόγραμμα PSSC της ομάδας του MIT για τη βελτίωση της παρεχόμενης διδασκαλίας στις Φυσικές Επιστήμες. Το PSSC απευθυνόταν σε μαθητές θετικής κατεύθυνσης που θα ακολουθούσαν καριέρα στις φυσικές επιστήμες.

Ήδη όμως από το 1947, ο James B. Connant, πρόεδρος του *Harvard University* και υπεύθυνος της Προπτυχιακής Γενικής Εκπαίδευσης έχει αρχίσει να διαμορφώνει μια άλλη διδακτική προσέγγιση όπως περιγράφεται στο “*On Understanding Science: An Historical Approach*”². Το 1950, ο ιστορικός της επιστήμης I. Bernard Cohen, πάλι από το *Harvard*, υποστήριξε την ενσωμάτωση υλικού από την Ιστορία της Επιστήμης στα αναλυτικά προγράμματα Φυσικών Επιστημών σε κολεγιακό επίπεδο. Συγκεκριμένα στην εισήγησή του «*A Sense of History in Science*»³ εξετάζει διάφορα ιστορικά γεγονότα που περιγράφονται στα διδακτικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών, καταδεικνύει τις διάφορες ιστορικές ανακρίβειες και καταλήγει παροτρύνοντας τους δασκάλους των Φυσικών Επιστημών να μελετήσουν την Ιστορία των Φυσικών Επιστημών.

¹ Ernst Mach, (1883), *Science of Mechanics*, Open Court Publishing, σελ. 316

² James B. Connant, (1947), *On Understanding Science: An Historical Approach*, Yale University Press

³ I. B. Cohen, (1950), ‘A Sense of History in Science’, Εισήγηση στο *American Association of Physics Teachers*, Annual Conference 1950 και *American Journal of Physics* 18, 343-359

Ο James B. Connant το 1957 παρουσίασε το *Harvard Case Histories in Experimental Science*⁴ το οποίο αποτέλεσε διδακτικό εγχειρίδιο σε πολλά προγράμματα Φυσικών Επιστημών.

Τη δεκαετία του 60, ως αντίβαρο στην ανάπτυξη του PSSC από το MIT, αναπτύσσεται το *Harvard Project Physics Course – HPPC* για τη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Συγγραφείς ήταν οι: G. Holton, S. Brush, F. Watson και J. Rutherford ο οποίος σήμερα διευθύνει το πρόγραμμα Project 2061 και είναι πρόεδρος της *American Association for the Advancement of Science*.

Τα δύο προγράμματα είχαν διαφορετικές φιλοσοφίες. Το PSSC απευθυνόταν σε υποψήφιους φυσικούς και έδινε έμφαση στην εργαστηριακή πρακτική. Το HPPC προωθούσε την ιδέα «οι Φυσικές Επιστήμες για όλους» και βασιζόταν στην ιστορική και πολιτισμική προσέγγιση της επιστήμης.

Πώς προέκυψε η αναγκαιότητα για ένα νέο πρόγραμμα Φυσικών Επιστημών

Η ανάγκη για ένα δεύτερο πρόγραμμα Φυσικών Επιστημών, παράλληλα με το PSSC, που θα μπορούσε να στηριχτεί σε εθνικό επίπεδο, είχε αρκετές φορές εκφραστεί από εκπαιδευτικούς και εκπροσώπους του *National Science Foundation*, σε συζητήσεις τους σε επιτροπές, ακόμα και από τους ίδιους τους συγγραφείς του PSSC. Όλοι συμφωνούσαν ότι και στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών θα έπρεπε να υπάρχουν τουλάχιστον δύο αναλυτικά προγράμματα διδασκαλίας⁵.

Το επιχειρήματα υπέρ της ύπαρξης και δεύτερου προγράμματος ενισχύθηκαν και από τις μελέτες για την ένταξη των Φυσικών Επιστημών στο σχολείο σε σχέση με την αυξανόμενη σημασία της στην κοινωνία.

Από το φθινόπωρο του 1963, ήταν ξεκάθαρο ότι οι Φυσικές Επιστήμες εξακολουθούσε να αποτελεί το μάθημα, το οποίο οι μαθητές του λυκείου απέφευγαν με ολοένα αυξανόμενα ποσοστά.

Οι Φυσικές Επιστήμες επιλεγόταν από ένα μικρό ποσοστό μαθητών του γυμνασίου και κυρίως από αυτούς που επέλεγαν ή θα επέλεγαν τη Χημεία. Οι στατιστικές της

⁴ James B. Connant, (1957), (ed.), *Harvard Case Histories in Experimental Science*, 2 vols, Harvard University Press

⁵ Gerald Holton, *Project Physics. A report on its aims and current status*, *The Physics Teacher*, May 1967, p. 202

περιόδου δείχνουν ότι κάθε χρόνο από τους 2.5 εκατομμύρια μαθητές που τελείωναν σε δημόσια σχολεία των ΗΠΑ, περίπου το 1.5 εκατ. δεν είχε επιλέξει κανένα μάθημα Φυσικών Επιστημών και 2 εκατομμύρια κάθε χρόνο δεν είχαν διδαχθεί καθόλου Φυσική.

Επιπρόσθετα πολύ λίγοι από αυτούς που είχαν αποφύγει τοι Φυσικές Επιστήμες στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, θα έπερναν κάποιο μάθημα Φυσικών Επιστημών σε ανώτερο επίπεδο. Αν ο στόχος ήταν ένα μεγάλο τμήμα του πληθυσμού της χώρας, να έχει κάποια «επαφή» με τοι Φυσικές Επιστήμες, αυτό θα έπρεπε να γίνει στο γυμνάσιο. Για αυτούς κυρίως τους λόγους περισσότεροι μαθητές γυμνασίου θα έπρεπε να διδαχθούν τοι Φυσικές Επιστήμες. Αλλά αφού δεν επέλεγαν κάποιο από τα υπάρχοντα προγράμματα διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, το ερώτημα ήταν τι είδους πρόγραμμα διδασκαλίας θα μπορούσε να ήταν ελκυστικό για αυτούς;

Οι στατιστικές μελέτες έδειχναν ότι ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών που αποφεύγουν τοι Φυσικές Επιστήμες είχαν ενδιαφέροντα προσανατολισμένα στις ανθρωπιστικές σπουδές, δηλαδή οι μαθητές αυτοί ενδιαφέρονταν κυρίως για τη λογοτεχνία, την τέχνη, τη μουσική, την ιστορία, τη φιλοσοφία, τις ξένες γλώσσες κλπ. Αυτοί οι μαθητές ήταν ο πρώτος στόχος του νέου προγράμματος, εφόσον έπρεπε να αυξηθούν οι εγγραφές στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών.

Τίποτα βέβαια δε θα ήταν πιο επικίνδυνο, από το να θεωρηθεί λανθασμένα ότι δεν υπήρχαν σοβαρά προβλήματα στη διδασκαλία του ίδιου του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών. Για το λόγο αυτό τονίζει ο G. Holton⁶ «το ΗΡΡC δεν πρέπει να θεωρείται ως μια εναλλακτική λύση ή ως ανταγωνιστής του ΡSSC. Θα χρειαστούν και τα δυο προγράμματα και αρκετά άλλα καλά προγράμματα Φυσικών Επιστημών, ώστε να καλυφθεί η ανάγκη για ποικιλία και για ποσότητα....

Το νέο πρόγραμμα δεν θα πρέπει να γυρίσει την πλάτη στους μελλοντικούς επιστήμονες, αλλά ταυτόχρονα θα πρέπει να προσελκύσει αυτούς που ενδεχομένως δεν θα πάνε καθόλου στο κολλέγιο....Αφετέρου υπάρχει μια σοβαρή κοινωνική αποστολή. Στα επόμενα χρόνια οι απόφοιτοι λυκείου που δεν θα έχουν επιστημονικές γνώσεις είναι πολύ πιθανό να βρεθούν να αναζητούν δουλειά δίπλα σε αυτούς που δεν έχουν καν απολυτήριο λυκείου. Ακόμα και οι πιο απλές θέσεις

⁶ Gerald Holton, Project Physics. A report on its aims and current status, The Physics Teacher, May 1967, p. 202

απασχόλησης θα απαιτούσαν κάποια στοιχεία φυσικών επιστημών, αλλά και επιστημονικό τρόπο σκέψης. Χωρίς αυτά θα δυσκολεύονταν να εκμεταλλευτούν τις επαγγελματικές ευκαιρίες που θα τους παρουσιάζονταν αλλά και δεν θα κατάφερναν να αποτελέσουν ανταγωνιστικούς εργαζόμενους, σωστούς γονείς και πολίτες αργότερα».

Οι εισηγητές του HPPC θέλησαν επιπλέον να πλησιάσουν τους απόφοιτους λυκείου που είχαν φιλοδοξία να ασχοληθούν με τις ανθρωπιστικές σπουδές και τις κοινωνικές επιστήμες, προκειμένου να τους δείξουν ότι οι Φυσικές Επιστήμες δεν είναι ένα απομονωμένο και 'στεγνό' σώμα γεγονότων και θεωριών με αποκλειστικά επαγγελματική χρησιμότητα, ούτε ένα αντικείμενο ψυχαγωγίας για μια ελίτ ειδικών. Έπρεπε να συνειδητοποιήσουν, πως στοι Φυσικές Επιστήμες η γνώση που έχει κατακτηθεί αργά ή γρήγορα επηρέασε τη ζωή του ανθρώπου. Το να μην γνωρίζουν Φυσική θα τους άφηνε απροετοίμαστους και δεν θα τους επέτρεπε να συμμετάσχουν ή να παρακολουθήσουν ενεργά μια από τις μεγαλύτερες περιπέτειες του ανθρώπινου πολιτισμού.

Βέβαια υπήρχε πάντα ο φόβος να σχεδιαστεί ένα ενδιαφέρον μάθημα Φυσικών Επιστημών, αλλά μόνο για τους εκπαιδευτικούς και τους ίδιους παλιούς μαθητές και αυτό θα ήταν πραγματική αποτυχία.

Ο απολογισμός που παρουσιάζεται στο περιοδικό Physics Teacher στο τεύχος του Μαΐου του 1967⁷, έδειχνε ότι η προσέγγιση του HPPC θα επηρέαζε θετικά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Οι ιδέες του προγράμματος θα μπορούσαν να αποτελέσουν αντικείμενο μίμησης, ακόμα και από εκπαιδευτικούς με άλλες αρχές ή απόψεις.

Ο S. Brush, στο άρθρο του " The Role of History in the Teaching of Physics", τον Μάιο του 1969 στο περιοδικό The Physics Teacher, αναφέρει: *«Προτείνοντας νέους τρόπους για να κάνουμε πράγματα, πιστεύω ότι συνηθίζεται η σύγκριση με τους παλιούς παραδοσιακούς τρόπους και είναι προφανές ότι ο νέος τρόπος θα αποσπάσει την καλύτερη κριτική. Ενώ δεν έχω πρόθεση να σταθώ πολύ σε αυτή τη διαδικασία θα χαρακτηρίσω την παλιά μέθοδο ως 'λογική' μέθοδο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Η νέα μέθοδος κάπως παράδοξα θα χαρακτηριστεί 'ιστορική'. Μπορεί κάποιος σωστά να αμφισβητήσει αν η 'ιστορική' μέθοδος είναι εντελώς καινούργια, αλλά ελπίζω να δείξω ότι αυτό που υποκρύπτεται κάτω από μια 'ιστορική'*

⁷ The Physics Teacher, May 1967

προσέγγιση στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, δεν είναι τόσο ικανοποιητικό και θα πρέπει να αντικατασταθεί από ένα διαφορετικό είδος ιστορικής μεθόδου.»

Τα περισσότερα διδακτικά εγχειρίδια χρησιμοποιούν αυτό που ονομάζεται 'λογική' προσέγγιση. Ο συγγραφέας πρώτα αποφασίζει ποιο θέμα θέλει να διδάξει και στη συνέχεια εντοπίζει τον καλύτερο τρόπο να το παρουσιάσει μέσω μιας κατ' αυτόν σύγχρονης οπτικής, χωρίς να δίνει σημασία στον τρόπο με τον οποίο το θέμα αναπτύσσεται ιστορικά. Μερικές φορές ο συγγραφέας αν και συνειδητά αντι-ιστορικός, ωθούμενος από μια παρόρμηση να συμπεριλάβει ένα μεγάλο αριθμό από ονόματα, ημερομηνίες και παραπομπές, δίνει στο κείμενο του μια υπερβολικά "ιστορική" μορφή.

Με την επιφύλαξη ότι η ιστορική μέθοδος πρέπει να εφαρμόζεται με ονόματα και ημερομηνίες, *όταν αυτό έχει αξία*, ακολουθούν κάποιες προτάσεις για τη χρήση της ιστορίας στη διδακτική της επιστήμης.

Οι προτεινόμενες εφαρμογές της Ιστορίας της Επιστήμης στην εκπαίδευση συζητήθηκαν βάσει τριών προσεγγίσεων:

- 1) Προγράμματα διδασκαλίας που απευθύνονται σε μαθητές που δεν έχουν επιλέξει καριέρα επιστήμονα
- 2) Προ-επαγγελματικά προγράμματα διδασκαλίας σχεδιασμένα για μαθητές μελλοντικούς επιστήμονες
- 3) Επιμορφωτικά προγράμματα για εκπαιδευτικούς

Πιο αναλυτικά :

1) Το ΗΡΡC ήταν το πρώτο πρόγραμμα διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών που έδωσε ουσιαστική έμφαση στην Ιστορία της Επιστήμης στο επίπεδο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Η επιλογή αυτή, υποδηλώνει την ευρέως διαδεδομένη αίσθηση ανάμεσα στους εκπαιδευτικούς, ότι οι Φυσικές Επιστήμες χρειάζεται μια πιο ουμανιστική προσέγγιση για να διδαχθεί.

Αναφερόταν συχνά από τους εκπαιδευτικούς, ότι η Ιστορία της Επιστήμης μπορεί να γίνει γέφυρα ανάμεσα στις Φυσικές Επιστήμες και τις Ανθρωπιστικές Σπουδές. Κατείχε έναν σημαντικό ρόλο στα προγράμματα Γενικής Παιδείας τις δυο τελευταίες δεκαετίες και σε πολλά διδακτικά εγχειρίδια που προορίζονταν για αυτά

τα προγράμματα. Όπως τονίζει ο Brush⁸ : «Σε πολλές περιπτώσεις, ένας μαθητής που απωθείται από τις Φυσικές Επιστήμες θα ενδιαφερθεί περισσότερο για την επιστήμη αν αυτή παρουσιασθεί μέσω μιας ιστορικής σκοπιάς, με έμφαση στους ανθρώπους και όχι στις εξισώσεις». Επίσης ήταν μια καλή ευκαιρία να δοθεί έμφαση στο ρόλο των φιλοσοφικών ιδεών στην πρώιμη διαμόρφωση των ιδεών των φυσικών επιστημών. Αυτές οι επιρροές αποσιωπήθηκαν στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών κάτω από το βάρος των θετικιστικών επιρροών.

Συχνά τα φιλοσοφικά θέματα ήταν πιο γοητευτικά για τους μαθητές που μπορεί να απωθούνται από τις τεχνικές όψεις και το μαθηματικό φορμαλισμό των Φυσικών Επιστημών. Ήταν το δίλημμα της νέας επιστήμης, η οποία προκειμένου να προοδεύσει, φαίνεται να ήταν απαραίτητο να απορρίψει τρόπους σκέψης που οι μη επιστήμονες έβρισκαν ελκυστικούς. Εκτός από την προσδοκία ότι η επιστήμη μπορούσε να γίνει πιο ελκυστική στους μη επιστήμονες, η ιστορική προσέγγιση επικεντρώθηκε στα πεδία όπου αυτοί οι μαθητές χρειάζονταν να μάθουν για τη σημασία της επιστήμης στην ανάπτυξη του δυτικού πολιτισμού και τις σχέσεις μεταξύ επιστήμης και άλλων τομέων του ανθρώπινου επιστητού.

Αυτές οι σχέσεις ήταν πολύ διαφορετικές στο παρελθόν, προφανώς λόγω του ρόλου των φιλοσοφικών ιδεών που αναφέρθηκε. Ήταν προσανατολισμένες περισσότερο στο φιλοσοφικό επίπεδο.

Από τη δεκαετία του '60 όμως, η επιστήμη φαινόταν να αλληλεπιδρά με τον πολιτισμό κυρίως μέσω των πρακτικών της εφαρμογών είτε ήταν ειρηνικές είτε στρατιωτικές. Αλλά η κατάσταση αυτή δε χρειαζόταν και δε μπορούσε να συνεχιστεί, γιατί ακόμη και μια πλούσια κοινωνία όπως οι ΗΠΑ, δεν μπορούσε να παρέχει απεριόριστους πόρους στους επιστήμονες για να διεξάγουν έρευνες των οποίων τα αποτελέσματα μόνο οι ίδιοι μπορούσαν να κατανοήσουν.

2) Ενώ η Ιστορία της Επιστήμης θα έπρεπε να ήταν μια γέφυρα, υπήρξε μονόδρομος και μόνο τα προγράμματα φυσικών επιστημών που απευθύνονταν σε μη επιστήμονες παρουσίαζαν την ιστορική προοπτική της επιστήμης. Οι μελλοντικοί επιστήμονες σπάνια τη συναντούσαν στα εξειδικευμένα προγράμματα σπουδών τους. Πολλοί το είχαν επισημάνει σαν σημαντικό έλλειμμα στα αναλυτικά

⁸ Stephen G. Brush, The Role of History in the Teaching of Physics, The physics Teacher, May 1969, p. 271

προγράμματα: ότι ο επιστήμονας όπως και ο ανθρωπιστής χρειαζόταν να κατανοήσουν το ρόλο της επιστήμης στην εξέλιξη του ανθρώπινου πολιτισμού. Γιατί η ιστορία παραλείποταν συνήθως στα προ-επαγγελματικά προγράμματα σπουδών για επιστήμονες; Ίσως ο πολύ ικανός και ενθουσιώδης μελλοντικός επιστήμονας να μην ενδιαφερόταν για την Ιστορία σε αυτή την φάση των σπουδών του αν και μερικές φορές αποκτούσε μεγάλο ενδιαφέρον αργότερα, αφού είχε έρθει σε επαφή με το πεδίο. Αλλά δεν είχε γίνει ποτέ σοβαρή προσπάθεια εισαγωγής μιας ιστορικής προσέγγισης στα προ-επαγγελματικά προγράμματα σπουδών που απευθύνονταν σε μαθητές που προορίζονταν για φυσικούς. Ήταν γενικά αποδεκτό, ότι θα χρειαζόταν ο μαθητής όλο το διαθέσιμο χρόνο του να μάθει και να προσεγγίζει το θέμα του από 'λογική' σκοπιά και έτσι δεν υπήρχε χρόνος για την Ιστορία.

Ακόμη και ο J. B. Conant που υπήρξε πρωτοπόρος στην εισαγωγή ιστορικών θεμάτων στα επιστημονικά courses που απευθύνονται σε μαθητές που δεν θα ακολουθήσουν σταδιοδρομία στις φυσικές επιστήμες, δήλωσε ότι ⁹ «ενώ η γνώση της Ιστορίας της Επιστήμης μπορεί να βοηθήσει έναν επιστήμονα να λειτουργήσει καλύτερα έξω από το εργαστήριο, δε θα τον διδάξει τις μεθόδους έρευνας που θα χρειαστεί για νέες επιστημονικές ανακαλύψεις». Μιλώντας βάσει της εμπειρίας του ως πειραματικός χημικός ο Conant ισχυρίστηκε ότι¹⁰ «ο ερευνητής επιστήμονας δε χρειάζεται την Ιστορία παρά μόνο το άμεσο υπόβαθρο των γνώσεων του πεδίου που ασχολείται.»

Ο R. B. Lindsay προσπάθησε να αναιρέσει τη δήλωση του Conant καταδεικνύοντας κάποιες περιπτώσεις που οι επιστήμονες βοηθήθηκαν στο να προχωρήσουν σε καινούργιες ανακαλύψεις, κάνοντας αναδρομή στα αυθεντικά έργα των παλαιότερων¹¹.

Ο Brush ισχυρίζεται ότι «ενώ η λογική προσέγγιση ασκεί ένα νέο επιστήμονα να επιλύσει εξειδικευμένα προβλήματα, η ιστορική προσέγγιση θα τον βοηθήσει να αποφασίσει ποια προβλήματα αξίζουν προσπάθεια επίλυσης».

Ο F. S. Allen, ιστορικός που ασχολήθηκε με τις απόψεις των επιστημόνων στο θέμα αυτό, συμπεραίνει ότι «από το 1950 οι περισσότεροι επιστήμονες δεν θεωρούν ότι

⁹ J.B. Connant, *Science and Common sense*, 1951, J.B.Connant, *Harvard Case Histories in Experimental Science*, 1948, Vol.2

¹⁰ J.B. Connant, *Am. Scientist* 48, 1960, p.528

¹¹ Robert Bruce Lindsay, *The Role of Science in civilization*, 1963, p.120-122

το μάθημα της ιστορίας της επιστήμης θα πρέπει να περιλαμβάνεται στο αναλυτικό πρόγραμμα». Μια προφανής κριτική για την εισαγωγή της ιστορίας της επιστήμης στο αναλυτικό πρόγραμμα, ήταν ότι είναι ότι θα απαιτούσε χρόνο από τη διδασκαλία της ίδιας της επιστήμης. Ο Allen πρότεινε ένα μονοετές μάθημα ιστορίας της επιστήμης, στο οποίο θεωρείται ότι διδάσκεται ιστορία και όχι επιστήμη.

Ο Brush δεν συμφωνεί με τον Allen ότι ένα course της ιστορίας της επιστήμης είναι κατάλληλο συστατικό για ένα course της επιστήμης ¹²: *«Η οργάνωση και η οπτική ενός μαθήματος ιστορίας της επιστήμης είναι αναπόφευκτα διαφορετικές από αυτές ενός μαθήματος φυσικών επιστημών, ακόμη και αν αυτό χρησιμοποιεί ιστορικό υλικό. Ακόμη και αν στηριζόμαστε μόνο στην αυτούσια αξία της ιστορίας της επιστήμης, θα ισχυριστώ ότι η ιστορία όταν εισάγεται έξυπνα στο μάθημα των φυσικών επιστημών, μπορεί να βελτιώσει την κατανόηση της επιστήμης και των επιστημόνων και το ρόλο τους στην κοινωνία».*

Αυτός ο ισχυρισμός στηρίχθηκε στα αποτελέσματα της έρευνας του Klopfer στη χρήση της Ιστορίας της Επιστήμης (History of Science Cases) στα γυμνάσια και δεν αναιρέθηκε από τα αποτελέσματα των διαγωνισμάτων των μαθητών που συμμετείχαν στο HPPC.

3) Σε μια αναφορά του το Pannel on the Preparation of Physics Teacher (PPPT) of the Commission on College Physics πρότεινε: *«Ένα μάθημα στην Ιστορία και Φιλοσοφία των Φυσικών Επιστημών είναι πολύ σημαντικό για τον εκπαιδευτικό. Ένας από τους κυριότερους στόχους του είναι να μεταφέρει σε αυτούς που δεν θα ακολουθήσουν σταδιοδρομία στις Φυσικές Επιστήμες τη φύση του επιστημονικού σκέπτεσθαι. Δυστυχώς οι φυσικοί σπάνια είναι αρκετά καταρτισμένοι στη φιλοσοφία και την ιστορία της επιστήμης ώστε να τη διδάξουν σωστά. Αν το τμήμα ιστορίας και φιλοσοφίας ενός σχολείου διαθέτει κάποιον εξειδικευμένο επιστήμονα θα άξιζε οι εκπαιδευτικοί να παρακολουθήσουν τις παραδόσεις του».* Αυτή η πρόταση υπογράμμισε το πόσο σημαντικό αλλά όχι εύκολο να υλοποιηθεί είναι το να μάθουν οι εκπαιδευτικοί την ιστορία της επιστήμης.

Η απάντηση στο ερώτημα πώς ένας εκπαιδευτικός των φυσικών επιστημών πρέπει να προετοιμαστεί για να χρησιμοποιήσει την ιστορική προσέγγιση, είναι μάλλον

¹² Stephen G. Brush, The Role of History in the Teaching of Physic, The physics Teacher, May 1969, p.271

σοβαρό πρόβλημα γιατί δεν υπάρχει απλός και εύκολος τρόπος με τον οποίο οι απαιτούμενες γνώσεις μπορούν να αφομοιωθούν. Ο λόγος είναι ότι αυτό που είναι πραγματικά πολύτιμο σε μια ιστορική προσέγγιση είναι μια αποτίμηση των πνευματικών και προσωπικών παραγόντων που υπεισέρχονται στην επίτευξη της επιστημονικής ανακάλυψης, και αυτό μπορεί σπάνια να γίνει με προσεκτική και χρονοβόρα έρευνα, βασισμένη σε αρχαιακές πηγές.

Η καλύτερη μορφή ενός μαθήματος στην ιστορία της επιστήμης για έναν εκπαιδευτικό των φυσικών επιστημών, δεν είναι μια σειρά από διαλέξεις που αναφέρονται στους προηγούμενους αιώνες, αλλά ένα σεμινάριο στη διάρκεια του οποίου κάθε άτομο ερευνά μια ή δυο ιστορικές περιπτώσεις σε βάθος. Σε κάθε περίπτωση ο εκπαιδευτικός που είναι πρόθυμος να αφιερώσει αρκετό χρόνο στη βελτίωση του ιστορικού του υποβάθρου, θα έπρεπε να επιλέξει έναν επιστήμονα ή μια ομάδα επιστημόνων που ασχολούνται με την ίδια ανακάλυψη και να μάθει όσα περισσότερα μπορεί για το συγκεκριμένο θέμα. Θα μπορούσε να μελετήσει τη μεθοδολογία που οδήγησε στην επιστημονική ανακάλυψη. Αυτό θα συνιστούσε μια ευπρόσδεκτη αλλαγή σε ένα μάθημα φυσικών επιστημών το οποίο θα μπορούσε να παραμείνει 'λογικά' - μη ιστορικά- οργανωμένο.

Ένα σεμινάριο αυτού του τύπου θα μπορούσε σίγουρα να οργανωθεί σε ένα θερινό σχολείο με τη συνεργασία των ιστορικών της επιστήμης. Δεν θα πρέπει να καλείται οπωσδήποτε «Ιστορία της Επιστήμης». Πολλές από τις ιστορικές υποθέσεις μπορούν να επιλεγούν από τρέχουσες έρευνες για τις οποίες υπάρχουν πολλά στοιχεία. Ο στόχος του σεμιναρίου θα είναι να ανακαλυφθεί πως δουλεύει πραγματικά η επιστήμη εξετάζοντας πραγματικές ανακαλύψεις. Θα μπορούσε εξίσου καλά να αναπληρώσει τη θέση ενός μαθήματος στην «επιστημονική μέθοδο», αν και το αποτέλεσμα θα είναι να δειχθεί ότι δεν υπάρχει η «επιστημονική μέθοδος» όπως έχει κατανοηθεί από την πλειοψηφία των εκπαιδευτικών μέχρι τώρα.

Τα μέσα για να επιτύχουμε την ιστορική κατανόηση βελτιώνονται ταχύτατα. Όχι μόνο υπάρχουν περισσότερα μαθήματα και βιβλία στην ιστορία της επιστήμης απ' ότι υπήρχαν, αλλά έχουν καλύτερη ποιότητα. Τα καινούργια επιστημονικά κείμενα όπως αυτά του HPPC παραθέτουν μια καλή βάση για μια ιστορική προσέγγιση στη διδασκαλία της επιστήμης. Περισσότεροι ιστορικοί έχουν αρχίσει να αμφισβητούν τους παλιούς μύθους και να επιστρέφουν στις πραγματικές πηγές για να

ανασυγκροτήσουν ακριβείς απολογισμούς των επιστημονικών ανακαλύψεων. Ο ρόλος των αισθητικών παραγόντων και μεταφυσικών αντιλήψεων στην αποδοχή ή την απόρριψη των επιστημονικών θεωριών αναγνωρίζονται όλο και περισσότερο. Πολλά σημαντικά έργα που μέχρι πρόσφατα ήταν απρόσιτα επαναδιατυπώνονται ή μεταφράζονται έτσι ώστε να μπορούν να μελετηθούν εύκολα. Επιστημονικοί οργανισμοί έχουν αρχίσει να αναγνωρίζουν τη σημασία της διατήρησης υλικού σε αρχειοθήκες για να χρησιμοποιηθούν από τους μελλοντικούς ιστορικούς. Όλη αυτή η δραστηριότητα κάνει εφικτή την κατανόηση της ανάπτυξης της επιστήμης με ένα πιο βαθύ τρόπο και οι εκπαιδευτικοί των φυσικών επιστημών δεν θα πρέπει να χάσουν την ευκαιρία να μεταφέρουν αυτήν την καινούργια ιδέα στους μαθητές τους.

Κατά τη διάρκεια των ετών 1967-68, περίπου 100 καθηγητές και 5000 μαθητές συμμετείχαν σε ένα ευρείας κλίμακας «επίσημο ερευνητικό πρόγραμμα» για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που επιτεύχθηκαν με τη χρήση του υλικού του HPP¹³. Η τελευταία φορά που δοκιμάστηκε το υλικό του προγράμματος HPPC, ολοκληρώθηκε το 1968. Κατά τη διάρκεια των ετών 1968 -70 η ομάδα του HPPC συνέχισε να εργάζεται στην ανάπτυξη και στη διεξαγωγή ειδικών προγραμμάτων για την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών και τη διάδοση πληροφοριών σχετικών με το υλικό του HPPC.

Αυτό δεν σημαίνει ότι οι οργανωτές του HPPC προσπάθησαν να δημιουργήσουν ένα «ελαφρύ» μάθημα, ή ένα πρόγραμμα που έδινε βάρος στην ποίηση αντί για τις Φυσικές Επιστήμες. Αντιθέτως προσπάθησαν να δημιουργήσουν ένα πρόγραμμα το οποίο να εμπεριέχει όλα τα στοιχεία που χαρακτηρίζουν τα πιο ουσιαστικά επιτεύγματα των Φυσικών Επιστημών από το Γαλιλαίο μέχρι σήμερα. Η κατεύθυνση αυτή, ήταν η ίδια που δόθηκε από την Επιτροπή του AIP Pre-College Physics Project, που συνιστούσε¹⁴ να είναι διαθέσιμα στα σχολεία, περισσότερα από ένα προγράμματα Φυσικών Επιστημών. Κανείς δεν χρειάζεται ένα συνηθισμένο πρόγραμμα διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, αλλά ένα πρόγραμμα σχεδιασμένο με σκέψη, ώστε να καλύψει τις ανάγκες της εκπαίδευσης

¹³ CHAPTER 3, Examination of Physical science study committee and Harvard Project Physics p. 5

¹⁴ Project Physics. A report on its aims and current status, Gerald Holton, The Physics Teacher May 1967, p. 203

του πολίτη, του οποίου πολύ πιθανό αυτό να είναι και το μόνο μάθημα Φυσικών Επιστημών σε όλη του τη ζωή.

Το πρόγραμμα HPPC έδινε τη δυνατότητα, η διαφορετικότητα και η ποικιλία να γίνουν πρωταρχικά χαρακτηριστικά της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στα σχολεία και αυτό επέτρεπε στο δάσκαλο των Φυσικών Επιστημών, να είναι στο κέντρο του σχεδιασμού του κύκλου των μαθημάτων που δίδασκε.

Ο εκπαιδευτικός είχε την ευκαιρία, να επιλέξει ανάμεσα σε προγράμματα που διέφεραν μεταξύ τους ριζικά ως προς το περιεχόμενο, τη δομή, το στυλ, την έμφαση, την προσέγγιση και το ακροατήριο, χωρίς να χρειάζεται να τα καταργήσει. Κάθε πρόγραμμα μπορούσε να είναι είτε απόλυτο, είτε να εισάγει ποικιλία στη διδασκαλία. Η κατεύθυνση του HPP, εισηγήθηκε πρακτικές μελέτες, καθώς και εκπαιδευτική και ψυχολογική θεωρία. Αν κανείς παρατηρούσε τον πραγματικό κόσμο των μαθητών, εκπαιδευτικών και σχολείων στις ΗΠΑ την εποχή εκείνη, θα έβλεπε ότι αυτή η μεγάλη ποικιλία, υπήρχε και δε διαφαινόταν ότι θα προέκυπταν εκπαιδευτικές βελτιώσεις που να άλλαζαν αυτή την κατάσταση στο εγγύς μέλλον.

Η ομάδα του HPPC σχεδίασε ένα πρόγραμμα που ενθάρρυνε την ποικιλία και επέτρεπε στον εκπαιδευτικό να υποστηρίξει τα δυνατά του σημεία και να συμπληρώσει τα αδύνατα. Έτσι είχε τη δυνατότητα, να λάβει υπόψη του τη διαφορετικότητα των μαθητών κι αυτό δούλευε σε μια μεγάλη ποικιλία σχολικών καταστάσεων.

Κάποια πράγματα θα πρέπει ακόμη να ειπωθούν σχετικά με τη θέση της ιστορίας της επιστήμης σε ένα μάθημα όπως αυτό. Μέσω του βασικού κειμένου «The Project Physics Course» (1970), ήταν σαφές ότι το HPPC έκανε μια ηθελημένη προσπάθεια να συμπεριλάβει ένα σημαντικό μέρος ιστορικών θεμάτων. Αυτό ήταν συνεπές με το σκοπό του HPPC, να παρουσιάσει τοι Φυσικές Επιστήμες από μια ιστορική και πολιτισμική οπτική. Ωστόσο κανείς στο πρόγραμμα δεν υποστήριξε είτε μια αυστηρή ιστορική σειρά, είτε τη χρήση της ιστορίας της επιστήμης για χάρη της ίδιας. Θεωρήθηκε ότι ήταν καλύτερο να εξακολουθήσει το μάθημα των Φυσικών Επιστημών να χρησιμοποιεί την ιστορία της επιστήμης περιστασιακά σαν μια παιδαγωγική βοήθεια, παρά να είναι η ίδια οι Φυσικές Επιστήμες μάθημα μέσα στο μάθημα της ιστορίας της επιστήμης.

Το ΗΡΡC όπως αναφέραμε και προηγουμένως, ήταν ένα πρόγραμμα ενός έτους για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, που προοριζόταν για χρήση στα γυμνάσια και στα λύκεια. Προσάρμοζε το ανθρωπιστικό στυλ και ήταν σχεδιασμένο ¹⁵ αρχικά ως μια εισαγωγή στις Φυσικές Επιστήμες για ένα ευρύ φάσμα μαθητών συμπεριλαμβάνοντας εκείνους που δεν θα πήγαιναν στο κολέγιο, ή αυτούς που αν θα πήγαιναν θα ασχολούνταν με τις ανθρωπιστικές ή τις κοινωνικές σπουδές, αλλά και για εκείνους που σχεδίαζαν μια σταδιοδρομία στις φυσικές επιστήμες.

Από το ξεκίνημα του το ΗΡΡC είχε **τρεις κύριους σκοπούς** ¹⁶, αυτοί ήταν :

- ο Να σχεδιαστεί ένα πρόγραμμα διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών ανθρωπιστικού χαρακτήρα,
- ο να προσελκύσει περισσότερους μαθητές να πάρουν εισαγωγικά μαθήματα Φυσικών Επιστημών
- ο και να μάθουν περισσότερα για τους παράγοντες που επηρεάζουν την κατανόηση των Φυσικών Επιστημών στα σχολεία.

Η μεγαλύτερη ¹⁷ πρόκληση που αντιμετώπιζε το ΗΡΡC ήταν η δημιουργία ενός ανθρωπιστικού προγράμματος που θα μπορούσε να αποτελέσει χρήσιμο και ενδιαφέρον μάθημα για μαθητές με διάφορα και διαφορετικά ενδιαφέροντα, γνωστικά υπόβαθρα και επαγγελματικά σχέδια ¹⁸.

Στην προσπάθεια αυτή η ομάδα του ΗΡΡC, είχε τους παρακάτω **πέντε στόχους** :

1. Να βοηθήσει τους μαθητές να ενισχύσουν τη γνώση τους για το φυσικό κόσμο, επικεντρώνοντας την προσοχή τους σε ιδέες που χαρακτηρίζουν τις Φυσικές Επιστήμες σαν επιστήμη και όχι επικεντρώνοντας την προσοχή και το ενδιαφέρον των μαθητών σε αποσπασματικές πληροφορίες.

¹⁵ The Physics Teacher, May 1968 : Project Physics Film Loops are also suitable for independent use

¹⁶ CHAPTER 3, Examination of Physical science study committee and Harvard Project Physics, <http://www.hhmi.princeton.edu/grp2/Dr%20Dist-bib.htm>

¹⁷ CHAPTER 3, Examination of Physical science study committee and Harvard Project Physics, <http://www.hhmi.princeton.edu/grp2/Dr%20Dist-bib.htm>

¹⁸ Gilbert C. Finlay, "The Physical Science Study Committee", The School Review 70, No 1 (spring 1962) p.65-66

2. Να βοηθήσει τους μαθητές να δουν τοι Φυσικές Επιστήμες ως μια πολύπλευρη δραστηριότητα, όπως στην πραγματικότητα είναι. Αυτό σημαίνει ότι τα θέματα θα έπρεπε να παρουσιάζονται από μια ιστορική και πολιτισμική οπτική, δείχνοντας ότι οι ιδέες στοι Φυσικές Επιστήμες εκτός από επαναστατική προσαρμογή και αλλαγή, έχουν και παράδοση.
3. Να αυξήσει τις πιθανότητες για κάθε μαθητή, να έχει άμεσα εμπειρίες στην επιστήμη, ακόμα και κατά τη διάρκεια απόκτησης γνώσης και δεξιοτήτων που θα είναι χρήσιμες για αρκετό καιρό.
4. Να είναι δυνατόν για τους εκπαιδευτικούς, να προσαρμόζουν το μάθημα στο ευρύ φάσμα ενδιαφερόντων και δυνατοτήτων των μαθητών τους.
5. Να λάβουν υπόψη τη σημασία του ρόλου του εκπαιδευτικού στην εκπαιδευτική διαδικασία και το ευρύ φάσμα διδακτικών καταστάσεων που υφίσταται.¹⁹

Στα 5 χρόνια που εφαρμόστηκε το HPPC, το 15% των αμερικανών μαθητών διδάχθηκαν Φυσική με αυτόν τον τρόπο. Το 1967 έγινε ένα Συμπόσιο για την αξιολόγησή του²⁰ με αρκετά ενθαρρυντικά συμπεράσματα κυρίως όσον αφορά την αλλαγή στάσεων των μαθητών απέναντι στοι Φυσικές Επιστήμες.

Στο γράμμα που εστάλη στους μαθητές που παρακολουθούσαν το μάθημα των Φυσικών Επιστημών, το HPPC προσπάθησε να απευθύνει την ερώτηση «γιατί φυσική;» ή «Ποια είναι η σημασία της επιστήμης ;». Το HPPC παρουσίασε τις εξής πέντε απαντήσεις:

1. ο πνευματικός ενθουσιασμός για τοι Φυσικές Επιστήμες
2. τα άμεσα πρακτικά οφέλη στην κοινωνία
3. τα μακροπρόθεσμα οφέλη στην κοινωνία
4. η επιστήμη ως αντικείμενο που συνδέεται και με άλλα πεδία

¹⁹ Gilbert C. Finlay, "The Physical Science Study Committee," *The School Review* 70, no. 1 (Spring 1962): p. 65-66.

²⁰ *Physics Teacher* 5, No2, 1967

5. η επιστήμη ως τρόπος ζωής ²¹.

Από τις παραπάνω πέντε απαντήσεις, η δεύτερη, η τρίτη και η πέμπτη, δηλαδή τα άμεσα πρακτικά οφέλη στην κοινωνία, τα μακροπρόθεσμα οφέλη στην κοινωνία και η επιστήμη ως τρόπος ζωής, αφορούν συγκεκριμένα οφέλη της επιστήμης, στην ανθρωπότητα και στην εξέλιξη της επιστημονικής προσπάθειας.

Εξηγώντας για «τον πνευματικό ενθουσιασμό που προσφέρει οι Φυσικές Επιστήμες», οι τρεις συντονιστές του HPP Holton, Rutherford, Watson, υποστηρίζουν ότι ²² «η γνώση των Φυσικών Επιστημών μπορεί να κάνει διαυγή τα περίπλοκα φαινόμενα της φύσης». « Η απλότητα των Φυσικών Επιστημών», έγκειται στο γεγονός ότι «υπάρχουν λίγοι πραγματικά γενικοί νόμοι που επαρκούν για να αντιμετωπίσει κανείς χιλιάδες διαφορετικούς τύπους παρατηρήσεων». Σύμφωνα με αυτούς, οι φυσικοί αναζητούν αρχές που θα ενοποιήσουν διαφορετικές καταστάσεις. Οι συντονιστές του HPP, πίστεψαν ότι μπορούμε να έχουμε τέτοια ενοποιημένοι Φυσικές Επιστήμες. Σύμφωνα με τους ίδιους, «όλοι οι νόμοι των Φυσικών Επιστημών που κυβερνούν τη δομή της ύλης και τη συμπεριφορά της στο διάστημα, έχουν αυτή την παγκοσμιότητα». Γι' αυτό, οι Φυσικές Επιστήμες είναι « η μελέτη που ασχολείται με το πώς λειτουργεί ο κόσμος». Πρέπει να γνωρίζουμε «τη μεγαλοπρεπή αλλά και απλή σειρά» που οι φυσικοί ανακάλυψαν στον κόσμο μας. Το να μη γνωρίζει κανείς φυσική, μπορεί να τον καταστήσει απροετοίμαστο να ζήσει στον καιρό του, όπως πρέπει σαν ένας έξυπνος θεατής των περιπετειών της ανθρωπότητας της εποχής του ²³.

Η τέταρτη απάντηση, αναφέρεται στην επιστήμη όχι σαν αμιγώς τεχνική-τεχνολογική γνώση, αλλά σαν μέρος της γενικότερης ουμανιστικής εξέλιξης του ανθρώπινου είδους. Το μάθημα των Φυσικών Επιστημών όπως παραδοσιακά διδάσκεται σε αρκετά λύκεια και κολέγια είναι σαν μια αλυσίδα, το ένα θέμα

²¹ Jerrold R. Zacharias, "Editorial: Pre-College Physics," The Physics Teacher 4, no. 5 (May 1966) : p.111-121, Gilbert C. Finlay, "The Physical Science Study Committee," The School Review 70, no. 1 (Spring 1962): 65-66.

²² CHAPTER 3, Examination of Physical science study committee and Harvard Project Physics, <http://www.hhmi.princeton.edu/grp2/Dr%20Dist-bib.htm>

²³ Jerrold R. Zacharias, "Editorial: Pre-College Physics," The Physics Teacher 4, no. 5 (May 1966) : p.112-113, Gilbert C. Finlay, "The Physical Science Study Committee," The School Review 70, no. 1 (Spring 1962): 65-66.

ακολουθεί το άλλο, από την κινηματική του Γαλιλαίου, στις πιο πρόσφατες εξελίξεις στην πυρηνική φυσική, με συνηθέστερη σειρά την ιστορική εξέλιξη των Φυσικών Επιστημών. Υπάρχουν κάποια πλεονεκτήματα σε μια τέτοια παρουσίαση, αλλά αγνοώντας τους συνδέσμους που υπάρχουν ανάμεσα σε όλα αυτά τα θέματα, δεν δικαιώνεται η τρέχουσα κατάσταση των πραγμάτων. Σύμφωνα με το HPP, η επιστήμη αντιμετωπίζεται σαν μια δυναμική αλληλεπίδραση με τη συνολική πνευματική δραστηριότητα μιας εποχής. Η επιστήμη άλλωστε, αποτελεί μέρος της ιστορίας και της φιλοσοφίας κάθε εποχής. Οι συντονιστές του HPP προειδοποιούν, ότι αν προσπαθούσαμε να απορρίψουμε από τη σκέψη μας όλη την ακολουθία με τον τίτλο Φυσική, η ιστορία της «δυτικής σκέψης» θα μας ήταν σχεδόν ακατανόητη. Αφαιρώντας τις Φυσικές Επιστήμες, δεν θα μπορούσαμε να κατανοήσουμε την ιστορία της βιομηχανικής ανάπτυξης²⁴.

Η δεκαετία του 70 ήταν μια δεκαετία έντονου προβληματισμού και διαλόγου σχετικά με το κατά πόσον η Ιστορία των Φυσικών Επιστημών είχε επιτυχώς ενσωματωθεί στα διδακτικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών. Το 1970 στο Συμπόσιο που οργανώθηκε από τους S. G. Brush και A. L. King με θέμα: «Ιστορία των Φυσικών Επιστημών και Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών» εξετάστηκαν τα ζητήματα που είχαν ανακύψει σε σχέση με τη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με βάση την Ιστορία της²⁵.

Στη συζήτηση που έγινε διατυπώθηκαν επιφυλάξεις για την αποτελεσματικότητα της ενσωμάτωσης στοιχείων από την Ιστορία των Φυσικών Επιστημών σε ένα μάθημα Φυσικών Επιστημών τόσο από πλευράς των Ιστορικών της Επιστήμης όσο και από την πλευρά των φυσικών. Συγκεκριμένα, ο Martin Klein, ιστορικός της επιστήμης, υποστήριξε ότι η μόνη Ιστορία η οποία είναι δυνατή κατά τη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι η «ψευδο-Ιστορία»²⁶. Οι δάσκαλοι των Φυσικών Επιστημών επιλέγουν και χρησιμοποιούν υλικό από την Ιστορία με γνώμονα τη διεύρυνση των

²⁴ Jerrold R. Zacharias, "Editorial: Pre-College Physics," *The Physics Teacher* 4, no. 5 (May 1966) : p.112-113, Gilbert C. Finlay, "The Physical Science Study Committee," *The School Review* 70, no. 1 (Spring 1962): 65-66.

²⁵ S. G. Brush & A. L. King, (1972), *History in the Teaching of Physics*, University Press of New England

²⁶ M. J. Klein, 1972, 'Use and Abuse of Historical Teaching in Physics' in S. G. Brush & A. L. King (eds.), *History in the Teaching of Physics*, University Press of New England

παιδαγωγικών τους επιδιώξεων και αυτό γίνεται σε βάρος της Ιστορίας και πολλές φορές σε αντι-ιστορική βάση.

Οι απόψεις του T.S. Kuhn

Στα πλαίσια των θεωρητικών αντιπαραθέσεων της δεκαετίας του 70 θα ήταν εξαιρετικά χρήσιμο να σταθούμε στις απόψεις του T. Kuhn.

Το Harvard Case Histories in Experimental Science ήταν το αποτέλεσμα ομαδικής εργασίας στην οποία συμμετείχε και ο T. Kuhn. Είναι χαρακτηριστικό ότι ο T. Kuhn έγραψε ότι: «Ο Connant με εισήγαγε στην Ιστορία της Επιστήμης και με αυτόν τον τρόπο παρακίνησε το μετασχηματισμό της αντίληψής μου για τη φύση της επιστημονικής εξέλιξης»²⁷.

Το 1977 έγινε η δεύτερη έκδοση του βιβλίου του T. Kuhn “The Essential Tension». Εκεί υπάρχει ένα κείμενο του T. Kuhn για τη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών όπου αναφέρεται ότι: οι μαθητές των Φυσικών Επιστημών δεν ενθαρρύνονται να ανατρέχουν στους κλασικούς συγγραφείς του πεδίου τους, όπου μπορούν να ανακαλύψουν άλλους τρόπους για τη θεώρηση των προβλημάτων που συζητούνται στα εγχειρίδιά τους²⁸. Επίσης στη «Δομή των Επιστημονικών Επαναστάσεων» αναφέρεται ότι στην τάξη των Φυσικών Επιστημών, η Ιστορία της Επιστήμης παραμορφώνεται και παλιότεροι επιστήμονες παρουσιάζονται σαν να δουλεύουν στο ίδιο πρόβλημα που δουλεύουν και οι σύγχρονοι επιστήμονες. Αυτή η παραμόρφωση έχει στόχο να καταστήσει το μαθητευόμενο επιστήμονα μέλος μιας παράδοσης που αναζητά την αλήθεια.

Υποστηρίχθηκε επίσης από τον Kuhn, ότι η έκθεση των μαθητών στην Ιστορία θα αποδυνάμωνε τις πεποιθήσεις εκείνες που θεωρούνται απαραίτητες για μια επιτυχημένη μαθησιακή πορεία στις Φυσικές Επιστήμες. Ο τρόπος που βλέπει ο Φυσικός και ο Ιστορικός ένα συγκεκριμένο πρόβλημα διαφέρουν μεταξύ τους. Είναι πολύ δύσκολο να φανταστούμε πως μπορούμε να συνδυάσουμε την πλούσια πολυπλοκότητα του γεγονότος που ερευνά ο ιστορικός με τον αυστηρά

²⁷ T. S. Kuhn, (1959), *The Essential Tension: Tradition and Innovation in Scientific Research* reprinted in his *The Essential Tension*, University of Chicago Press, 1977, pp.225-239

²⁸ T. S. Kuhn (1977), ‘Concepts of Cause in the Development of Physics’ in his *The Essential Tension*, University of Chicago Press, pp.21-30

καθορισμένο τρόπο που αποζητά ο φυσικός. Καταλήγει δε να υποστηρίξει ότι η Ιστορία επιδρά αρνητικά στους μαθητές γιατί υπονομεύει τις βεβαιότητες του επιστημονικού δόγματος που είναι τόσο χρήσιμο για να ενισχύσουμε τον ενθουσιασμό αυτού που διδάσκεται Φυσική.

Η ίδια άποψη εμφανίστηκε από τον Whitaker²⁹. Στο άρθρο του ο συγγραφέας εξετάζει τη μετάπλαση της Ιστορίας όχι μόνο ως προς τους παιδαγωγικούς στόχους αλλά και ως προς την «επιστημονική ιδεολογία» που έχει ο συγγραφέας. Οι συγγραφείς των διδακτικών εγχειριδίων ξαναγράφουν βήμα-βήμα την ιστορία ώστε να ταιριάζει με τις Φυσικές Επιστήμες τους.

Σε μια προσπάθεια συγκερασμού, το 1974 ο S. Brush³⁰ υποστήριξε ότι η Ιστορία των Φυσικών Επιστημών θα πρέπει να διδάσκεται μόνο σε ώριμα ακροατήρια. Με δεδομένο ότι το 1975 το NSF σταμάτησε τη χρηματοδότηση του PSSC, θα μπορούσε κάποιος να συμπεράνει ότι η δεκαετία του 70 άφησε πολλές εκκρεμότητες.

Εκείνο το οποίο συνεχίζει να απασχολεί την κοινότητα των ερευνητών στο συγκεκριμένο τομέα είναι που οφείλεται η αμφιλεγόμενη, αν όχι αρνητική, στάση του Kuhn στην ενσωμάτωση της Ιστορίας των Φυσικών Επιστημών στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Κατά την άποψή μας η απάντηση στο ερώτημα θα πρέπει να αναζητηθεί στις εξής αιτίες:

Στη σχέση του Kuhn με τον Connant. Ο Connant, ο οποίος υπήρξε μέντορας του Kuhn, ήταν ένα συντηρητικό άτομο, υπεύθυνος για την επιτροπή των επιστημόνων που εργάζονταν για την κατασκευή της ατομικής βόμβας στα τέλη του 2^{ου} Παγκοσμίου Πολέμου και αργότερα μέλος της αντισοβιετικής επιτροπής του Μακάρθου. Το γενικότερο διεθνές πλαίσιο της δεκαετίας του 50, με τον Ψυχρό Πόλεμο στην κορύφωσή του, ασκούσε μια πίεση για άμεσα αποτελέσματα στον τομέα της έρευνας και δεν άφηνε χώρο για την διατύπωση κριτικών προσεγγίσεων στην επιστήμη. Ο Connant, ως κρατικός αξιωματούχος, παρόλο που διέβλεψε τη συμβολή της ιστορικής προσέγγισης στη διδασκαλία

²⁹ M. A. B. Whitaker (1979), 'History and Quasi-History in Physics Education Pts I, II', *Physics Education* 14, 108-112, 239-242

³⁰ S. Brush (1974), 'Should the History of Science be Rated-X?', *Science* 18, 1164-1172

των Φυσικών Επιστημών, ήθελε για προφανείς λόγους άμεσα αποτελέσματα. Ο Kuhn φαίνεται ότι υποτάχθηκε στη λογική του Connant³¹.

Η δεύτερη αιτία έχει να κάνει με τη διαδικασία μετάλλαξης της επιστήμης των Φυσικών Επιστημών στη μεταπολεμική περίοδο. Η «Πειραματική Φυσική Φιλοσοφία», η συνέχεια της Φιλοσοφίας της Φύσης με Πειραματικά μέσα, μετασχηματίζεται σε αυτό που αποκλήθηκε “Big Science”, επιστήμη των μεγάλων Εργαστηρίων και αργότερα σε “TechnoScience” (ταύτιση της επιστήμης με τις τεχνολογικές εφαρμογές της). Αυτή η διαδικασία μετάλλαξης υπαγόρευσε μια αμφισημία στη θέση του Kuhn.

Το 1983, το British Association for Science Education έδωσε τη δική του πρόταση για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: “Science in the Social Context”. Το αναλυτικό αυτό πρόγραμμα, αποτέλεσε τον πρόδρομο των μετέπειτα διαδεδομένων, σε πολλά σχολεία και πανεπιστήμια, προγραμμάτων 'Επιστήμης, Τεχνολογίας και Κοινωνίας' (Science, Technology and Society - STS), τα οποία υλοποιούν προτάσεις για τη Συμβολή της Ιστορίας και της Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών εκφράζοντας ταυτόχρονα την τάση που αναδεικνύει την 'Επιστήμη ως Κουλτούρα' (Science as Culture) και επαναπροσδιορίζει τους στόχους μιας εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες που απευθύνεται σε όλους τους πολίτες (Science for All).

Η διάδοση των Προγραμμάτων (Science, Technology and Society - STS), είναι αποτέλεσμα της επίδρασης των απόψεων της Κοινωνιολογίας της Επιστήμης στο χώρο της Εκπαίδευσης. Η Ιστορία της Επιστήμης που αναδεικνύεται από αυτά τα προγράμματα είναι μια κοινωνική ιστορία της επιστήμης.

Σήμερα εκφράζονται συγκεκριμένες προτάσεις για την ένταξη της Ιστορίας και της Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών τόσο στα υπάρχοντα αναλυτικά πρόγραμμα όσο και σε αυτά που σχεδιάζονται για το μέλλον πχ. National Science Curriculum for England and Wales, Science for All Americans, American Project 2061, Danish National School Curriculum, Dutch PLON Curriculum Materials κλπ. Μέσα από αυτά τα προγράμματα γίνεται φανερό ότι οι

³¹ S. Fuller (2000), *Thomas Kuhn: A Philosophical History of Our Time*, Chicago: The University of Chicago Press.

θεωρητικές τομές των προγραμμάτων STS επηρέασαν και τη γενικότερη σχέση ιστορίας της επιστήμης και διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών.

Ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του '80 η European Physical Society³² διοργανώνει Συνέδρια για την Ιστορία και τη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Το 1992 ιδρύθηκε το International History Philosophy and Science Teaching Group και κυκλοφορεί το περιοδικό Science & Education. Στο πρώτο τεύχος του περιοδικού δημοσιεύεται, από το M. R. Matthews³³, μια εξαντλητική ιστορική ανασκόπηση του πεδίου και τίθενται οι ερευνητικές κατευθύνσεις που θα απασχολήσουν τα επόμενα χρόνια την αντίστοιχη ερευνητική κοινότητα. Δύο χρόνια αργότερα θα εκδοθεί το βιβλίο του ίδιου συγγραφέα³⁴ που αποτελεί πλέον τη συστηματική καταγραφή των εμπειριών και τη σαφή οριοθέτηση της κοινότητας History, Philosophy and Science Teaching απέναντι στα υπόλοιπα παραδείγματα στο χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Στο πλαίσιο των πρόσφατων εξελίξεων θα πρέπει να επισημανθεί η επανέκδοση του κλασικού βιβλίου του G. Holton³⁵ καθώς και η ανακοίνωση στο Συνέδριο του Denver για την επανασυγκρότηση ενός ανανεωμένου Harvard Project³⁶.

Οι προτάσεις για το πώς η Ιστορία των Φυσικών Επιστημών μπορεί να ενσωματωθεί στα Αναλυτικά Προγράμματα Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών μπορούν συνοπτικά να κωδικοποιηθούν ως εξής:

Να προστεθεί ιστορικό υλικό στα ήδη υπάρχοντα Αναλυτικά Προγράμματα. Αυτό θα χρησιμεύσει ως πηγή έμπνευσης για τους μαθητές, θα αναδείξει το ανθρώπινο πρόσωπο της επιστήμης και θα τονίσει τη θέση της επιστήμης στην ιστορία του ανθρώπινου πολιτισμού.

³² Η European Physical Society, με τις Επιτροπές για την Ιστορία των Φυσικών Επιστημών και την Εκπαίδευση, διοργανώνει Συνέδρια το 1983 στην Παβία, το 1986 στο Μόναχο και το 1988 στο Παρίσι. Το 1989 διοργανώνεται στη Φλόριδα των ΗΠΑ το 1^ο International History, Philosophy and Science Teaching Conference και ακολούθησε το 2^ο Παγκόσμιο Συνέδριο που έγινε στο Kingston του Καναδά το 1992.

³³ M. R. Matthews, (1992), 'History, Philosophy and Science Teaching: The Present Rapprochement', *Science & Education* 1, 11-47

³⁴ M. R. Matthews, (1994), *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*, Kluwer

³⁵ G. Holton & S. Brush, (2001), *Physics the Human Adventure: from Copernicus to Einstein*, Rutgers UP

³⁶ G. Holton, (2001), *Plenary Talk*, International History Philosophy and Science Teaching Conference, Denver, Nov.2001

Να χρησιμοποιηθεί πρωτογενές ιστορικό υλικό (ιστορικά κείμενα), ώστε οι μαθητές να κατανοήσουν τα προβλήματα και τις αντιπαραθέσεις μεταξύ των επιστημόνων που οδήγησαν στη γένεση των επιστημονικών θεωριών. Παράλληλα ο δάσκαλος των Φυσικών Επιστημών θα μπορεί να εστιάσει στις διαφορετικές απόψεις (που ίσως πλέον να μην αναφέρονται στα σύγχρονα Αναλυτικά Προγράμματα) αλλά θα μπορούσαν να μελετηθούν στα πλαίσια καινοτόμων διδακτικών προσεγγίσεων.

Να μελετηθεί, παράλληλα με τις βασικές έννοιες και θεωρίες των Φυσικών Επιστημών, και η ευρύτερη κοινωνική ιστορία ώστε να κατανοηθεί το πλαίσιο στο οποίο γράφτηκαν τα επιστημονικά κείμενα και το γιατί κάποιες θεωρίες υπερίσχυσαν κάποιων άλλων. Μια τέτοια προσέγγιση δίνει τη δυνατότητα στο μαθητή να αξιολογεί και ενδυναμώνει την κριτική του ικανότητα.