




DAVID LAYTON

Η ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Επιστημονική επιμέλεια – Εισαγωγή ΚΩΣΤΑΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ

ΜΕΤΑΙΧΜΙΟ 

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ	9
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	35
1. Η ΑΝΑΔΕΙΞΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΕ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ ΤΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ	
Οι λόγοι της μετεξέλιξης	41
Οι απαρχές της τεχνολογίας στην εκπαίδευση	47
2. Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΤΗΣ ΑΓΓΛΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΥΑΛΙΑΣ	
Νομικό πλαίσιο και μαθήματα-πρόδρομοι	57
Σχεδιασμός και τεχνολογία: Η ευρεία προσέγγιση	66
3. ΚΑΤΑΝΟΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ: Ο ΕΝΙΑΙΟΣ ΙΣΤΟΣ	
Η τεχνολογία ως αντικείμενο μελέτης	75
Η τεχνολογία δεν είναι εφαρμοσμένη επιστήμη	77
Ποιος γεννά τα χρυσά αυγά; Οι φυσικές επιστήμες ή η τεχνολογία;	80
Από την τεχνολογία ως τέχνημα στην τεχνολογία ως σύστημα	84
4. ΚΑΤΑΝΟΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ: ΘΕΜΑΤΑ ΑΞΙΩΝ, ΔΙΑΚΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΔΥΟ ΦΥΛΩΝ ΚΑΙ ΠΡΑΞΗΣ	
Ο ρόλος των αξιών στην τεχνολογική διαδικασία	95
Διάκριση των δύο φύλων και τεχνολογία	105
«Σχολική τεχνολογία» και «πραγματική τεχνολογία»	110
5. ΟΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΩΣ ΜΕΣΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ	
Κάποια προκαταρκτικά ζητήματα για τον ορισμό και το εύρος της σχέσης επιστήμης-τεχνολογίας	121

Οι φυσικές επιστήμες ως μέσο για την τεχνολογία:	
Κάποια ειδικά παραδείγματα	128
Η «πρακτική της επιστήμης» και η «πρακτική της τεχνολογίας»:	
Προβληματισμοί σχετικά με τις αντίστοιχες διαδικασίες	135
Λειτουργικές αρχές και επιστημονική γνώση	140
Επιστημονικές έννοιες και σχεδιαστικές παράμετροι	144
Φυσικές επιστήμες: Καθηδρικός αόσ, λατομείο ή αποθήκη;	155
6. ΕΠΑΝΑΔΙΑΤΥΠΩΝΟΝΤΑΣ ΤΗ ΣΧΕΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	
Η οργάνωση του αναλυτικού προγράμματος	159
Μελλοντικές οργανωτικές αναδιαρθρώσεις	181
7. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ:	
ΜΙΑ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ	
Ένα παράδειγμα από το σχολείο Χ	189
Οι φυσικές επιστήμες ως δεξαμενή λειτουργικών αρχών	196
Κάνοντας χρήση της επιστήμης και της τεχνολογίας (MUST)	199
Το Πρόγραμμα «Φυσικές Επιστήμες με Τεχνολογία»	204
Η συνεργασία των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας: Μια ανοικτή πρόκληση για το μέλλον	209
Παράρτημα: Η διακήρυξη πολιτικής της Ένωσης για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες (ASE) για την τεχνολογία	215
Μερικά εκπαιδευτικά προγράμματα που αφορούν τη σχέση φυσικών επιστημών και τεχνολογίας	217
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	223
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΡΩΝ ΚΑΙ ΟΝΟΜΑΤΩΝ	231

Η τεχνολογία ως αντικείμενο μελέτης

ΠΑΡΟΛΟ ΠΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΧΗ της ανθρώπινης ιστορίας πολλοί άνθρωποι έχουν ασχοληθεί με τεχνολογικές δραστηριότητες, μόλις σχετικά πρόσφατα αρχίσαμε να κατανοούμε κάπως τη φύση της τεχνολογίας. Έχει ενδιαφέρον, λοιπόν, να δούμε εν συντομία τις επίσημες θεσμικές δομές που δημιουργήθηκαν για να μελετήσουν τη φύση της τεχνολογίας. Στην αρχή του δεύτερου μισού του 20ού αιώνα, αρκετοί μελετητές ενδιαφέρθηκαν για την ίδρυση μιας Εταιρείας για την Ιστορία της Τεχνολογίας (Society for the History of Technology, 1958). Το περιοδικό της Εταιρείας με το όνομα *Technology and Culture*, το οποίο ακόμη κατέχει εξέχουσα θέση σ' αυτό τον τομέα της έρευνας, εκδίδεται από το 1959. Ένα πρωτοποριακό έργο, το *Bibliography of the Philosophy of Technology*, εμφανίστηκε πρώτα ως ένα ειδικό τεύχος του περιοδικού *Technology and Culture* το 1973, και ο πρώτος τόμος του *Research in Philosophy and Technology*, που ήταν η επίσημη έκδοση της Εταιρείας για τη Φιλοσοφία και την Τεχνολογία (Society for Philosophy and Technology), εκδόθηκε το 1978. Παράλληλα με αυτές τις εξελίξεις, ίσως και ως συνέπειά τους, ιδρύθηκαν πανεπιστημιακές έδρες και τμήματα για τη μελέτη της τεχνολογίας. Οργανώνονται τακτικά διεθνή συνέδρια από τους επιστήμονες που ασχολούνται με αυτό το πεδίο, και των οποίων οι δραστη-

ριότητες επεκτείνονται πέρα από την ιστορία και τη φιλοσοφία και στην κοινωνιολογία της τεχνολογίας.

Θα ήταν λάθος να υποθέσει κανείς ότι πριν από τις εξελίξεις που προαναφέρθηκαν δεν υπήρξε κάποιο ενδιαφέρον σχετικά με την εφαρμογή, τα προϊόντα και τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις της τεχνολογίας. Η καταγραφή των εφευρέσεων, με μια ιδιαίτερη εστίαση στα περιστατικά που οδήγησαν σ' αυτές, ξεκινά τουλάχιστον από τον 15ο αιώνα. Κατά τη διάρκεια του 19ου αιώνα, ο Samuel Smiles και άλλοι συγγραφείς έγραψαν βιογραφίες σπουδαίων μηχανικών, ενώ στις αρχές του 20ού αιώνα οι A. P. Usher, Sigfried Giedion και Lewis Mumford εξέδωσαν ο καθένας ξεχωριστά κλασικές εργασίες που είχαν άμεση σχέση με το κεντρικό ζήτημα της εποχής τους, αυτό της μηχανοποίησης του δυτικού κόσμου. Αλλά μόνο στο δεύτερο μισό του 20ού αιώνα ένας γενικότερος προβληματισμός των διάφορων θεσμών για την κατανόηση της τεχνολογίας απέκτησε ουσιαστική θέση στις ακαδημαϊκές κοινότητες, στα περιοδικά, στα συνέδρια, στις πανεπιστημιακές συναντήσεις και στο πεδίο της έρευνας.

Είναι ενδιαφέρον να εκθέσουμε παράλληλα την αύξηση του ενδιαφέροντος των διάφορων ιδρυμάτων για τη φύση των φυσικών επιστημών, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του πρώτου μισού του 20ού αιώνα. Η *Isis*, το πιο σημαντικό περιοδικό για την ιστορία των φυσικών επιστημών, άρχισε να εκδίδεται το 1912. Το πρώτο πανεπιστημιακό τμήμα της Βρετανίας για την ιστορία και τη φιλοσοφία των φυσικών επιστημών ιδρύθηκε το 1923 στο πανεπιστημιακό κολέγιο του Λονδίνου. Το δημιουργικό έργο του Karl Popper *Logik der Forschung* (Η Λογική της Έρευνας) εκδόθηκε στη Βιέννη το 1934 και πολλά ακόμα ακαδημαϊκά περιοδικά, όπως τα *Annals of Science*, *Ambix* και *Notes and Records of the Royal Society*, χρονολογούνται από τα μέσα της δεκαετίας του 1930. Χωρίς να χρειάζεται να παρα-

θέσουμε περισσότερες λεπτομέρειες, θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι ακαδημαϊκές βάσεις για τον αρχικό (αλλά αργότερα αναθεωρημένο) σχετικό επιστημονικό στόχο επίτευξης (η φύση της επιστήμης), στο Εθνικό Αναλυτικό Πρόγραμμα της Αγγλίας και της Ουαλίας, τέθηκαν κατά τις πρώτες πέντε ή έξι δεκαετίες του 20ού αιώνα.

Η τεχνολογία δεν είναι εφαρμοσμένη επιστήμη

Τίθεται τώρα το ερώτημα γιατί η κατανόηση της τεχνολογίας δεν αναπτύχθηκε τόσο όσο η κατανόηση των φυσικών επιστημών και γιατί μόλις πρόσφατα το θέμα αυτό αποτέλεσε το επίκεντρο μιας συντονισμένης ακαδημαϊκής διερεύνησης. Η απάντηση βρίσκεται εν μέρει στο πρώτο κεφάλαιο, όπου παρουσιάστηκε μια ανασκόπηση των λόγων που προκάλεσαν την πρόσφατη ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη γενική εκπαίδευση ως βασικής της συνιστώσας. Η οικονομική επιτυχία έχει συνδεθεί περισσότερο με την τεχνολογία παρά με τη θεωρητική επιστήμη. Έχει υποστηριχτεί η άποψη ότι η Βρετανία, αν και έχει τους περισσότερους κατόχους βραβείων Nobel στη Φυσική και τη Χημεία από οποιαδήποτε άλλη χώρα, σε αναλογία πληθυσμού, δεν έχει αναπτύξει ακόμη αποτελεσματικά ανταγωνιστική οικονομία. Φαίνεται να υπάρχει μια δυστοκία στη μετατροπή των επιστημονικών επιτευγμάτων σε εμπορικά προϊόντα με προστιθέμενη αξία.

Η παραδοχή παλαιότερων εποχών ότι η τεχνολογία είναι απλώς η εφαρμογή των φυσικών επιστημών δεν φαίνεται να είναι αποδοτική και λίγοι σήμερα από εκείνους που έχουν μελετήσει τη σύνδεση ανάμεσα στις φυσικές επιστήμες, την τεχνολογία και την οικονομική απόδοση θα συμφωνούσαν με τον ισχυρισμό του Lewis Mumford ότι:

Ήταν ο Henry αυτός που ουσιαστικά εφεύρε το τηλέφωνο και όχι ο Morse. Ήταν ο Faraday που εφεύρε το δυναμό και όχι ο Siemens. Ήταν ο Oersted που εφεύρε τον ηλεκτρικό κινητήρα και όχι ο Jacobi. Ήταν οι Clerk Maxwell και Hertz που εφεύραν το ραδιοηλέγραφο και όχι οι Marconi και De Forest. Η μετατροπή της επιστημονικής γνώσης σε πρακτικές εφαρμογές υπήρξε μόνο ένα απλό συμβάν στην πορεία των εφευρέσεων.

(Mumford, 1946: 217-218)

Σε αντιδιαστολή με την άποψη αυτή, ο ιστορικός της τεχνολογίας Hugh Aitken, συγγραφέας μιας κλασικής μελέτης για την ιστορία του ραδιόφωνου, συμπεραίνει ότι:

[...] το περιεχόμενο του τεχνολογικού συστήματος που αναδύθηκε από την εργασία των Hertz, Lodge και Marconi με κανέναν τρόπο δεν καθορίστηκε αυστηρά από τη φύση των επιστημονικών προόδων που συντελέστηκαν από το έργο των Faraday και Maxwell.

(Aitken, 1985: 303)

και αλλού αναφέρει:

[...] ενώ οι φυσικές επιστήμες έπαιξαν έναν ουσιαστικό ρόλο στην επίτευξη της ραδιοηλεγραφίας, είχαν μικρή συνεισφορά στην κατοπινή εξέλιξη της τεχνολογίας. [...] Ένα τυπικό εγχειρίδιο της πρώτης δεκαετίας του 20ού αιώνα, όπως είναι το έγκυρο βιβλίο του Flemming *Principles of Electric Wave Telegraphy* [...] είναι φορτωμένο με λεπτομέρειες πάνω στο σχεδιασμό συσκευών και κυκλωμάτων, αλλά δεν έχει τίποτε να προσφέρει από επιστημονική άποψη, εφόσον τα βασικά φαινόμενα της εκπομπής και του συντονισμού έχουν περιγραφεί. [...] Ακόμα και η διόδος του Flemming, μία στρατηγικής σημασίας εφεύρεση η οποία εγκαινίασε τη δεύτερη φάση στην ιστορία της ραδιοεπικοινωνίας, δεν απαιτούσε νέα επιστημονική γνώση για να επινοηθεί. [...] Η ίδια γενίκευση μπορεί να γίνει σχετικά με την τρίοδο ηλεκτρονική λυχνία κενού του De Forest, μία συσκευή μείζονος τεχνολογικής σημασίας, της οποίας τις

αρχές λειτουργίας δεν τις κατανόησε πλήρως ούτε ο ίδιος ο εφευρέτης της και για την οποία ασφαλώς δεν χρειάστηκε να αντλήσει καινούργιες επιστημονικές πληροφορίες.

(Aitken, 1985: 326)

Η αντίληψη ότι οι θεωρητικές φυσικές επιστήμες είναι ο κινητήριος μοχλός προώθησης των τεχνολογικών καινοτομιών υποστηρίχτηκε ιδιαίτερα στα τέλη του 19ου αιώνα και τα επόμενα χρόνια και από τους ίδιους τους επιστήμονες. Η ανακάλυψη από τον 19χρονο William Henry Perkin μιας συνθετικής βαφής, που αργότερα πήρε την εμπορική ονομασία βυσσινί της Τύρου, ήταν ένα μόνο από τα συχνά αναφερόμενα παραδείγματα. Το να περιγράφει όμως κανείς την εργασία του Perkin, όπως έκανε ο Πρόεδρος της Χημικής Εταιρείας το 1857, «ως μία πετυχημένη εφαρμογή των θεωρητικών φυσικών επιστημών για έναν σημαντικό πρακτικό σκοπό» είναι παραπλανητικό. Όχι μόνο γιατί η ανακάλυψη ήταν συμπτωματική, αλλά και γιατί η διαδικασία της εφαρμογής ήταν κάθε άλλο παρά εύκολη και απρόσκοπτη. Το πέρασμα από το εργαστηριακό πείραμα στην πρώτη πολλαπλών βημάτων βιομηχανική σύνθεση, με στόχο τη δημιουργία ενός προϊόντος με λογική τιμή σε μια μεγάλη αγορά, έφερε τον Perkin αντιμέτωπο με τρομερά προβλήματα, όχι μόνο επιστημονικά και τεχνολογικά, αλλά και οικονομικά, περιβαλλοντικά και νομικά (TRAVIS, 1990).

Σήμερα, πλέον, αναγνωρίζεται ευρέως η άποψη ότι η τεχνολογία είναι κάτι ευρύτερο από «απλή εφαρμογή της υπάρχουσας επιστημονικής γνώσης». Ένας εξέχων οικονομολόγος, ο Nathan Rosenberg, έχει υποστηρίξει την άποψη ότι «η τεχνολογία αυτή καθαυτή αποτελεί ένα σώμα γνώσης σχετικά με ορισμένες κατηγορίες συμβάντων και δραστηριοτήτων». Και συνεχίζει:

Είναι μια γνώση των τεχνικών, των μεθόδων και των σχεδιασμών που λειτουργούν και μάλιστα που λειτουργούν με ορι-

σμένους τρόπους και ορισμένες συνέπειες, ακόμα και αν δεν μπορούμε να εξηγήσουμε ακριβώς το γιατί. Είναι [...] μια μορφή γνώσης η οποία έχει συμβάλει στην οικονομική πρόοδο για χιλιάδες χρόνια. Πράγματι, αν το ανθρώπινο γένος είχε περιοριστεί σε τεχνολογίες που μπορούσαν να κατανοηθούν επιστημονικά, τότε θα είχε εξαφανιστεί από το προσκήνιο της ιστορίας εδώ και πολύ καιρό.

(Rosenberg, 1982:143)

Το κόστος ανάπτυξης των σύγχρονων αεροσκαφών είναι τόσο μεγάλο ακριβώς επειδή «δεν έχουμε θεωρίες για τον προσδιορισμό του στροβιλισμού ή της συμπίεσής που να είναι επαρκείς για να καθορίσουμε τους βέλτιστους σχηματισμούς εκ των προτέρων. Απαιτούνται ακόμη εκτεταμένοι έλεγχοι και τροποποιήσεις που να βασίζονται σε αποτελέσματα δοκιμών» (ROSENBERG, 1982: 143). Υπάρχει μια χαριτωμένη επιγραμματική φράση που αναφέρεται σ' αυτό το ζήτημα: «ο μηχανικός δεν γνωρίζει γιατί η γέφυρα που κατασκεύασε μένει όρθια: ο επιστήμονας γνωρίζει γιατί η δική του καταρρέει».

Αντικείμενο αυτού του βιβλίου είναι η ανάλυση των τρόπων με τους οποίους εισάγεται η τεχνολογία στη γενική εκπαίδευση. Η ανάλυση αυτή γίνεται με ιδιαίτερη αναφορά στα αλληλοσυνδεόμενα θέματα των σχέσεων της τεχνολογίας τόσο με τις φυσικές επιστήμες όσο και με το ευρύτερο κοινωνικό γίνεσθαι, καθώς και της πληθώρας των προσεγγίσεων που ιστορικά έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο διάφορων ανά τον κόσμο εκπαιδευτικών συστημάτων σχετικά με το ζήτημα της ένταξης της τεχνολογίας στο αναλυτικό πρόγραμμα.

Το έργο αυτό αποτελεί μια πολύ καλή σύνοψη των παραπάνω θεμάτων, καθώς περιλαμβάνει απαντήσεις για αυτά με βάση τόσο τα πορίσματα μιας σειράς ακαδημαϊκών πεδίων, όπως για παράδειγμα η Ιστορία και η Φιλοσοφία καθώς και η Κοινωνιολογία των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας, όσο και τις συσσωρευμένες εκπαιδευτικές εμπειρίες από πολλές χώρες του κόσμου κατά τη διάρκεια των τελευταίων τουλάχιστον δεκαετιών και άρα από πολλά διαφορετικά κοινωνικά και ιστορικά πλαίσια.

Ο **David Layton** εργάστηκε στο Πανεπιστήμιο του Leeds ως Καθηγητής της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Επιπλέον υπήρξε συντονιστής σειράς προγραμμάτων για την τεχνολογική εκπαίδευση στη Μ. Βρετανία, σύμβουλος του ΟΟΣΑ και της UNESCO σε θέματα εκπαίδευσης, ενώ έχει συγγράψει και έναν μεγάλο αριθμό βιβλίων και άρθρων σχετικά με την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία. Σήμερα ο David Layton έχει συνταξιοδοτηθεί, αλλά εξακολουθεί να προσφέρει τις ιδέες του και την εμπειρία του στην υπόθεση της εκπαίδευσης.

ISBN 960-375-393-9



ΒΟΗΘ. ΚΩΔ. ΜΗΧ/ΣΗΣ 3393