

ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ

Ἡ ἀνάπτυξη τῆς Γεωμετρίας στὴν Εὐρώπη κατὰ τὸν 19ο αἰώνα ξεκινᾷ ταυτόχρονα μὲ τὴν βιομηχανικὴ ἐπανάσταση. Κοινωνικὲς συνθῆκες¹ καὶ πρακτικὰ ἐνδιαφέροντα² συντρέχουν στὴν ἰδρυση καὶ διάδοση τῶν γεωμετρικῶν σχολῶν^{3,4}. Ἡ σχολὴ τῶν Γάλλων γεωμετρῶν ἰδρύεται μὲ τὶς ἐργασίες τοῦ Monge καὶ τοῦ Chasles, στὴν Γερμανία μιὰ ὁλόκληρη σειρὰ γεωμετρῶν παρακινεῖται ἀπὸ τὶς ἐργασίες τῶν Steiner, von Staudt, Möbius, Plücker, στὴν Ἰταλία οἱ Cremona, Beltrami καὶ Betti προσανατολίζουν τὴ σχολὴ πρὸς τὴν ἀλγεβρική γεωμετρία. Στὴν Βοημία - Μοραβία οἱ ἀδελφοὶ Weyr καὶ στὴν Ρωσία οἱ Tsinger, Andreev καὶ Vlassov ἰδρύουν τὶς ἀντίστοιχες γεωμετρικὲς σχολές.

Ὅμως ποιὲς εἶναι οἱ ἀναγκαῖες συνθῆκες γιὰ τὴν ἰδρυση μιᾶς γεωμετρικῆς - καὶ γενικότερα - μιᾶς μαθηματικῆς σχολῆς; Βασικὰ πρέπει ν' ἀποτελεῖ τὸν φορέα νέων ἰδεῶν στὴν ἐπιστήμη, ἐνῶ παράλληλα χρειάζονται οἱ ἐπίκουρες κοινωνικὲς συνθῆκες ποὺ εἶναι ἀπαραίτητες γιὰ τὴ διάδοσή τους. Οἱ ἄμεσες ἀπαιτήσεις τῆς βιομηχανικῆς κατασκευῆς καὶ ἡ αὐξημένη ζήτηση εἰδικευμένων τεχνικῶν ἀποτελοῦν τὰ ὄρια μέσα στὰ ὁποῖα θὰ πρέπει νὰ ἀναζητηθοῦν τὰ αἷτια τῆς ἐμφάνισης τῶν νέων γεωμετρικῶν σχολῶν⁵. Ἡ βιομηχανικὴ ἐπανάσταση⁶ ἀντιπροσωπεύει τὴν μετάβαση ἀπὸ τὴν οἰκιακὴ χειρωνακτικὴ σὲ μιὰ ἐκτετα-

1. F. ZNAWIECKI, *The Social Role of the Man of Knowledge*, New York, 1968; J. RAVETZ, *Scientific Knowledge and its Social Problems*, Oxford, 1971.

2. J. KUCZYNSKI, *Wissenschaft, Heute und Morgen*, Berlin, 1973.

3. S. MIKULINSKI, M. JANOSVSKI, G. KROEBER, H. STEINER (Hrsg.), *Wissenschaftliche Schulen, Akademie - Verlag*, Berlin, 1972, 2 vols.

4. Γενικά μὲ τὸν ὅρο μαθηματικὴ σχολὴ ὀνομάζουμε μιὰ «κοινότητα» μαθηματικῶν, ἡ ὁποία φέρει τὰ χαρακτηριστικὰ ἐνὸς ζωντανοῦ ὁργανισμοῦ καὶ ἔχει ὡς κύριο σκοπὸ τὴν ἀπόκτηση καινούργιων γνώσεων στὰ μαθηματικά ὅσο καὶ τὸν προσηλυτισμὸ νεαρῶν μαθηματικῶν οἱ ὁποῖοι ἐρευνοῦν τὰ ἀνοιχτὰ προβλήματα ποὺ ἀπασχολοῦν τοὺς καθηγητές τους. Γιὰ περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά μὲ τὶς μαθηματικὲς σχολές, πβ. Πρακτικά τοῦ 19οῦ Διεθνoῦς Συνεδρίου τῆς Ἱστορίας τῶν Ἐπιστημῶν, Ρωσικὴ Ἀκαδημία Ἐπιστημῶν. *Istorico Matematiceskii Issledovania*, Μόσχα, 1997, σσ. 4-139.

5. Πέρα ἀπὸ κοινωνικὲς συνθῆκες ὑπεισέρχεται καὶ τὸ ὑποκειμενικὸ στοιχείο, δηλ. ἡ δύναμη καὶ ἡ ἀκτινοβολία τοῦ ἐπικεφαλῆς τῆς «σχολῆς». Πβ. *Research Schools, Historical Reappraisals*, Ed. By G. L. GEISON and F.L. HOLMES, *Ostris* second series 8, 1993· Scientific Change, Emerging Specialities and Research Schools, *History of Sciences* 19, 1981, σσ. 20-40.

6. Μία ἄλλη «ἐρμηνεία» τοῦ ὅρου βιομηχανικὴ ἐπανάσταση δίδεται ἀπὸ τὸν S. V. Shukardin ὁ ὁποῖος ὑποστηρίζει ὅτι ἡ βιομηχανικὴ ἐπανάσταση ἀποτελεῖ μιὰ εἰδικὴ περίπτωση τῆς «ἐπανάστασης παραγωγῆς» ποὺ τὴν χαρακτηρίζει μεταβολὴ ὅλων τῶν κοινωνικῶν σχέσεων στὴν ἐποχὴ τῆς μετάβασης ἀπὸ ἓναν τρόπο παραγωγῆς σὲ ἓναν ἄλλο ποιοτικὰ καινούργιο. Πβ. S.V. SHUKARDIN, *Σύγχρονη Ἐπιστημονικὴ καὶ Τεχνολογικὴ Ἐπανάσταση*, Μόσχα, 1970, σ. 40.

μένη ἐργοστασιακή παραγωγή βασισμένη στην χρήση τῶν μηχανῶν καὶ τῶν καινούργιων τεχνολογικῶν ἐπιτευγμάτων πού ἐπέφερε ἡ ἀτμομηχανή. Αὐτὴ ἡ «ἐπανάσταση» ἄρχισε πρὸς τὰ τέλη τοῦ 18ου αἰῶνα στὴν Ἀγγλία, μεταφέρθηκε - μὲ μιὰ διαφορὰ φάσης - στίς κυριώτερες βιομηχανικὲς χώρες καὶ εἶχε ὡς ἀποτέλεσμα ριζικὲς ἀλλαγές στὴν ἐξέλιξη τῆς κοινωνικῆς ζωῆς.

Τὴν ἐποχὴ τῆς δυναμικῆς ἰσορροπίας μεταξὺ τεχνολογίας (ὄρο, πού εἰσάγει τὸ 1769, ὁ Beckmann) καὶ ἐπιστήμης, στὰ τέλη τοῦ 17ου αἰῶνα, διαδέχεται ἡ ἐποχὴ ὅπου ἡ ἐπιστήμη κερδίζει περισσότερο ἔδαφος ἀπὸ τὴν βιομηχανία, γιὰ νὰ καταλήξει στὴν ὀλοκληρωτικὴ ἐξάρτηση τῆς βιομηχανίας ἀπὸ τὴν ἐπιστήμη. Ἡ μέθοδος τῆς βιομηχανικῆς παραγωγῆς ἀναπτύχθηκε μὲ μιὰ πολὺ στενὴ συνεργασία ἡ ὁποία προέκυψε ἀπὸ τὴν ἐπιστημονικὴ λύση τῶν τεχνικῶν προβλημάτων καὶ ἀπὸ τὴν ταυτόχρονη ἀφύπνιση τῆς ὑψηλῆς τεχνικῆς παιδείας στὴν Ἀγγλία⁷. Οἱ ἀγγλικοὶ νόμοι προφυλάσσουν τὴν ἐξαγωγή τῶν μηχανῶν καὶ ἀπαγορεύουν στοὺς εἰδικευμένους ἐργάτες τὴν μετανάστευση⁸. Πολλὲς προσπάθειες ἐγίναν γιὰ νὰ ἀποκτήσουν ἄλλες χώρες μηχανές ἢ ἀκόμα καὶ τὰ σχέδια τους λαθραῖα. Οἱ ἄγγλοι μηχανικοὶ ὅμως ἦταν «στρατολογημένοι», ἐνῶ οἱ ἀγγλικὲς μηχανές ἀντιγράφονταν ἀπὸ εὐρωπαίους σχεδιαστὲς πού τίς «γνώριζαν» κατὰ τὴ διάρκεια τῆς μετεκπαίδευσής τους. Γιὰ νὰ «ἀνακαλύψει» τίς τεχνικὲς ἀρχές μιᾶς καινούργιας μηχανῆς καὶ νὰ τὴ χρησιμοποιήσει ἔπρεπε νὰ διαθέτει κανεὶς εἴτε πολὺχρονη ἐμπειρία εἴτε σημαντικὴ θεωρητικὴ κατάρτιση. Στὰ τέλη τοῦ 18ου αἰῶνα οἱ τεχνικὲς μηχανολογικὲς γνώσεις γιὰ τὴν κατασκευὴ μηχανῶν δὲν διδάσκονταν σὲ καμμία εὐρωπαϊκὴ χώρα. Ἡ τεχνικὴ παιδεία - ἂν ὑπῆρχε - ἦταν ἀποκλειστικὰ προσηλωμένη στὰ μεταλλεῖα καὶ στίς στρατιωτικὲς ἀνάγκες ἐνῶ οἱ ὀλιγάριθμοι μαθητὲς ὑπογράμμιζαν τὴν ἀδιαφορία πού περιέβαλλε τέτοιου εἶδους σπουδές.

Τρανὴ ἐξαίρεση ἀποτελεῖ ἡ στρατιωτικὴ σχολὴ τοῦ Mezières πού ἰδρύθηκε τὸ 1748 στὴ Γαλλία. Ἀπὸ αὐτὴν ἀποφοίτησαν ἄτομα ὅπως ὁ Lazare Carnot τὰ ὁποῖα συνέβαλαν σημαντικὰ τόσο στὴν κατανόηση τῶν προβλημάτων τεχνικῆς προόδου πού ἦταν ἀπαραίτητα γιὰ τὴ βιομηχανικὴ ἐπανάσταση ὅσο καὶ στὴν θεωρητικὴ ἀνάπτυξη τῆς γεωμετρίας⁹. Ἡ

7. Τὰ σκωτικά πανεπιστήμια ἐξελίχθηκαν σὲ κέντρα ἐπιστημονικῆς ἀνάπτυξης μὲ στόχο τὴν ἁρμονικὴ ἐξισορρόπηση πράξης καὶ θεωρίας, ἐνῶ τὰ παραδοσιακὰ πανεπιστήμια διατήρησαν τὴν θεωρητικὴ κατεύθυνση. Στὰ μαθήματα πού ἔδωσε στὸ Καϊμπριτζ, ὁ William Faris ἀναφέρει: «...παρουσίασα μοντέλα ὅλων σχεδὸν τῶν πιὸ σημαντικῶν μηχανῶν οἱ ὁποῖες χρησιμοποιοῦνται στὴν βιομηχανία τῆς Βρετανίας». Πβ. τὴν μελέτη του *On Isometrical Perspective, Transc. of Cambridge Philosophical Society*, Vol. I, 1820, σσ. 1-19.

8. Ἡ ἀγγλικὴ οἰκονομικὴ πολιτικὴ κατάργησε αὐτοὺς τοὺς νόμους ὅταν ἡ βιομηχανικὴ ἐπανάσταση «τελείωσε» στὴ χώρα. Συγκεκριμένα ἡ ἀπαγόρευση τῆς μετανάστευσης τῶν ἐργατῶν ἔληξε τὸ 1825 καὶ ἡ ἐξαγωγή μηχανῶν ἐπετράπη μετὰ τὸ 1841. Βέβαια ὑπῆρχαν καὶ ἀρκετὲς περιπτώσεις διαφυγῆς. Μιὰ ἀπὸ αὐτές, κατὰ τὸν 18ο αἰῶνα ἦταν τοῦ Holker. Ὁ Holker, καθολικός, καταφεύγει στὴ Γαλλία καὶ ἰδρύει βιομηχανία βάμβακος στὴν Ρουέν. Ξαναγυρίζει στὴν Ἀγγλία, ἀπὸ ὅπου ἐπιστρέφει μὲ εἴκοσι πέντε ἐργάτες καὶ σχέδια μηχανῶν. Πβ. A. REMOND, *John Holker, Manufacturier et grand Fonctionnaire en France au XVIIIe siècle 1719 - 1786*, Rivière, 1946. Ἀκόμα ὁ la Rochefoucauld - Liancourt (1747 - 1827) μετὰ ἀπὸ ἓνα ταξίδι του στὴν Ἀγγλία ἰδρύει στὸ Liancourt ἓνα πρότυπο ἀγρόκτημα καὶ μιὰ σχολὴ Arts et Métiers, πού ἀποτέλεσε τὸν πυρῆνα τῆς μετέπειτα *École Nationale Supérieure d'Ingénieurs des Arts et Métiers de Châlons - sur - Marne*. Πβ. καὶ τὸ βιβλίο τοῦ R. FOX, *Science, Industry and the Social Order in Post - Revolutionary France*, Hapshire, 1995, καθὼς καὶ τὸ βιβλίο τοῦ E.J. HOBBSAWM, *Industry and Empire*. London 1968.

9. Πβ. τὰ ἔργα τῶν Monge, Carnot, Poncelet.

γαλλική επανάσταση ήταν η κύρια αιτία για την ουσιαστική μεταστροφή της μορφής της τεχνικής παιδείας καθώς και τη συσχέτισή της με τα προβλήματα της βιομηχανικής επανάστασης. Έτσι το 1794 ιδρύεται η *Κεντρική Σχολή των Δημοσίων Έργων*, με κύριο στόχο να εκπαιδεύσει τεχνικούς με γνώσεις εξαιρετικά υψηλού επιπέδου στις θετικές επιστήμες. Άλλο ίδρυμα, δημιούργημα της γαλλικής επανάστασης, είναι η *École Polytechnique*, όπου δίδαξε μια πλειάδα διασήμων επιστημόνων όπως οι Monge, Carnot, Laplace, Lagrange, Ampère, Fourier κ.ά.. Η Σχολή¹⁰ αυτή δεν δημιουργήθηκε για να εκπαιδεύσει στρατιωτικούς τεχνικούς, αλλά, όπως αναφέρει καθαρά ο Monge στο πρόγραμμα των μαθημάτων της Παραστατικής Γεωμετρίας, «για να βγει το Γαλλικό έθνος από την εξάρτηση που είχε μέχρι σήμερα από την ξένη βιομηχανία πρέπει... να κατευθύνουμε την εθνική παιδεία προς τη γνώση των αντικειμένων τα οποία απαιτούν ακρίβεια, κάτι ολοκληρωτικά παραμελημένο μέχρι σήμερα, και να εθίσουμε τα χέρια των τεχνιτών μας στη χρήση εργαλείων όλων των ειδών, που αποσκοπούν στο να εισάγουν την ακρίβεια στις εργασίες... Να εκλαϊκευτεί η γνώση ενός μεγάλου αριθμού φυσικών φαινομένων απαραίτητων στην πρόοδο της βιομηχανίας. Τέλος να διαδοθεί στους τεχνίτες μας η γνώση των διαδικασιών της τεχνικής και των μηχανών εκείνων που το αντικείμενό τους είναι ή να ελαττώσουν την χειροκίνηση ή να προσδώσουν στα αποτελέσματα των εργασιών περισσότερη ομοιογένεια και τελειότητα. Από αυτή την άποψη πρέπει να ομολογήσουμε ότι έχουμε πολλά να αντλήσουμε από τα ξένα κράτη»¹¹.

Εμπειρίες από άλλες σχολές¹², συγχωνεύθηκαν και αποτέλεσαν ένα καινούργιο σύνολο γνώσεων έχοντας κύριο στόχο την κατάκτηση της πρωτοποριακής τεχνολογίας, με δύο βασικούς στόχους:

α. Το κρατικό ενδιαφέρον για την πρόοδο της τεχνικής εκπαίδευσης ως προαπαιτούμενο για την ανάπτυξη της βιομηχανίας.

β. Την προσπάθεια να τεθεί η τεχνική παιδεία σε στέρεα επιστημονικά θεμέλια.

Ο άνθρωπος της γαλλικής επιστήμης επανδρώνει την *École Polytechnique*, την *École des Ponts et Chaussées* κ.ά. Ο Gaspard Monge, που κρατούσε μέχρι τότε μυστική την ανακάλυψη της Παραστατικής Γεωμετρίας την διδάσκει τώρα στην παρισινή Πολυτεχνική Σχολή. Αργότερα ο Lazare Carnot συμβάλλει αποφασιστικά στην δημιουργία της γαλλικής γεωμετρικής σχολής με την μελέτη του για την *Γεωμετρία της Θέσης*. Ακόμα οι Gergonne, Brianchon, Poncelet και ο Chasles, μαθητές της Πολυτεχνικής Σχολής, συμπληρώνουν την γενιά των μεγάλων γάλλων γεωμετρών. Ο Gergonne¹³ με την θεωρία πόλων και πο-

10. Πβ. H. WUSSING, Die École Polytechnique - eine Errungenschaft der Französischen Revolution, *Pädagogik* 13 (1958) σσ. 46-22; καθώς και την ανακοίνωσή μου: L'Enseignement de l'Analyse à l'École Polytechnique, Paris, Bibliothèque Nationale, 1975, σσ. 87-100.

11. G. MONGE, *Géométrie Descriptive. Leçons données aux Ecoles Normales l'an III de la République*, Paris, An VII, 1798, Programme.

12. Ένα χαρακτηριστικό απόσπασμα από τον λόγο του Fourcroy στην γαλλική εθνοσυνέλευση 28.9.1794 μάς πληροφορεί: «...η σχολή των μεταλλείων του Chemnitz στην Ουγγαρία μάς προσφέρει ένα εκπληκτικό παράδειγμα για το πόσο απαραίτητες είναι στους μαθητές ή εξάσκηση ή οι ασκήσεις που αποτελούν την βάση αυτών των χρήσιμων επιστημών... Η Επιτροπή Εθνικής Σωτηρίας θεώρησε ότι έπρεπε να εισάγει στην Σχολή των Δημοσίων Έργων αυτή την μέθοδο που έχει το διπλό προτέρημα να κάνει να συντρέχουν όλες οι αισθήσεις ταυτόχρονα στην πρόοδο της επιμόρφωσης και να προσηλώνει την προσοχή των μαθητών σε ένα πλήθος περιπτώσεων που σχεδόν πάντα ξεφεύγουν στα μαθηματά τους ή στους δασκάλους τους».

13. Ίδρυσε ακόμα και το γνωστό επιστημονικό περιοδικό *Annales de Mathématiques pures et appliquées*.

λικών, ο Brianchon με την συμβολή του στα προβλήματα των κωνικών, ο Poncelet με την ίδρυση της προβολικής γεωμετρίας και ο Chasles με τις εργασίες του στην προβολική γεωμετρία, αναβιώνουν την Γεωμετρία στη Γαλλία. Στην Γερμανία (αναφερόμαστε γενικά στο Γερμανικό Έθνος), όπως και στα άλλα ευρωπαϊκά κράτη, αρχίζει να γίνεται έπιτακτική ή ανάγκη της βιομηχανικής ανάπτυξης. Για την επίτευξη αυτού του στόχου χρησιμοποιείται κάθε δυνατός τρόπος. Έτσι οι στρατιώτες, οι γυναίκες τους και τα παιδιά τους εργάζονται σε κλωστήρια για να αυξηθεί η παραγωγή νήματος, που απαιτούν τα ύφαντουργεία¹⁴. Όμως αυτή η χώρα είχε πολύ νωρίς αντιληφθεί την ανάγκη δημιουργίας τεχνικής εκπαίδευσης. Ήδη από τον 13ο αιώνα, οι έμπορικές πόλεις των τευτονικών κρατών, κατανοώντας την αδυναμία των εκκλησιαστικών σχολείων να προετοιμάσουν τα άγόρια για το εμπόριο και τις επιχειρήσεις, αναλαμβάνουν να διδάξουν κυρίως αριθμητική. Από αυτή την ανάγκη γεννήθηκαν τα *Rechenschule* τα οποία διατηρήθηκαν για πολλούς αιώνες¹⁵. Σε αντίθεση με τα *Latinschule*, δημιουργείται το *Realschule*, ονομασία που εμφανίζεται πρώτα¹⁶ στην Halle όπου ο αρχιδιάκονος Semler ιδρύει το 1706 ένα *Realschule* με κύρια μαθήματα μαθηματικά και μηχανική. Αργότερα ο J.J. Hecker ιδρύει στο Βερολίνο το 1739 το *Realschule*, ένα σχολείο με κύρια έμφαση στα μαθηματικά και στα οικονομικά μαθήματα. Ο στόχος αυτών των σχολείων είναι να διδάξουν «*Realia*», να εισάγουν πρακτικές γνώσεις.

Αργότερα δημιουργείται μια δεύτερη κατηγορία σχολείων τα *Gewerbeschulen* για την βιομηχανία. Ο ιδρυτής τους, Beuth εγκαινιάζει το πρώτο το 1817, στο Άαχεν. Αυτά τα σχολεία επιλέγουν μαθητές των τελευταίων τάξεων των γυμνασίων. Τα εκεί διδασκόμενα μαθήματα, περιλαμβάνουν ένα μεγάλο φάσμα γνώσεων αρχίζοντας από το εμπόριο, την γεωργία και καταλήγοντας σε στρατιωτικές σπουδές. Η αυξανόμενη απαίτηση για πρακτικές εφαρμογές των ανωτέρων μαθηματικών, καθώς και το υψηλό γαλλικό πρότυπο της παρισινής Πολυτεχνικής Σχολής,¹⁷ οδηγούν στη δημιουργία Πολυτεχνικών Σχολών. Η πρώτη δημιουργείται στην Βιέννη το 1816. Ακολουθούν αργότερα: Νυρεμβέργη 1823, Γκράτς 1826, Μόναχο 1827, Δρέσδη 1828, Κάσσελ 1830, Αννόβερο 1831, Στουτγάρδη 1832, Αουγκσμπουργκ 1835, Μπράουνσβαϊγκ 1835, Ντάρμστατ 1838 κ.ά. Τα σχολεία μέσης εκπαίδευσης άρχουν όμως να συντονισθούν με τα απαραίτητα μαθήματα όπως Παραστατική Γεωμετρία, Προοπτική, Τεχνικό Σχέδιο¹⁸. Παράλληλα την ίδια εποχή, αρχίζει να γεννιέται η σύγχρονη συνθετική γεωμετρία του Steiner - στον όποιον προτάθηκε να ιδρύσει το Πολυτεχνείο στο Βερολίνο - του Möbius και του von Staudt καθώς και η σύγχρονη αναλυτική γεωμετρία με τον Plücker. Στη Γερμανία εκείνης της εποχής, τα Πανεπιστήμια έπιζητούν έπαφή και επικοινωνία με τα τεχνικά Πανεπιστήμια¹⁹. Αποτέλεσμα αυτής της

14. Πβ. J. KUCZYNSKI, *Wissenschaft und Wirtschaft bis zur industrielle Revolution*, Berlin, 1970, σ. 118.

15. Π.χ. στο Lübeck μέχρι το 1813.

16. F. PAULSEN, *Geschichte des gelehrten Unterrichts auf den Deutschen Schulen und Universitäten*, Leipzig, 1885, σ. 483.

17. J. DAUBEN, *Mathematics in Germany and France in the early XIXth Century, Transmission and Transformation*, Jahnke, H.N. & Otte Eds, *Epistemological and Social Problems of the Sciences in the Early Nineteenth Century*, Dordrecht et Al., Reidel, 1981, σσ. 371- 399.

18. F. PAHL, *Geschichte des Naturwissenschaftlichen und Mathematischen Unterrichts*, Leipzig, 1913· πβ. ακόμα H. INHETVEEN, *Die Reform des gymnasialen Mathematikunterrichts zwischen, 1880 und 1914 - Eine sozioökonomische Analyse*, Bad Heilbrunn, 1976; W. LOREY, *Das Studium der Mathematik an den deutschen Universitäten seit Anfang des 19. Jahrhunderts*, Leipzig, 1916.

19. Οι δυο αυτές σχολές υποστηρίχθηκαν έντονα από τους καθηγητές των Τεχνικών Σχολών.

σύνδεσης είναι ή εμφάνιση καινούργιων επιστημονικών τμημάτων καθώς και εργαστηρίων²⁰. Η εκπαιδευτική μεταρρύθμιση λοιπόν, στα μέσα του 19ου αιώνα, δημιούργησε δύο τύπους εκπαιδευτικών ιδρυμάτων: το γερμανικό Πανεπιστήμιο περισσότερο στραμμένο προς τις θετικές επιστήμες και στην έρευνα, και τα τεχνικά Πανεπιστήμια, τα οποία έχουν πρότυπο την *École Polytechnique* του Παρισιού. Το πιο χαρακτηριστικό από αυτά τα ιδρύματα είναι τα Πολυτεχνεία της Πράγας και της Ζυρίχης.

Ο «ξεσηκωμός» (*Risorgimento*) στην Ιταλία, ή ένωση της χερσονήσου²¹ κάτω από μία και μοναδική κυβέρνηση άργησε πολύ να πραγματοποιηθεί, παρ' όλο που υπήρχαν κινήματα για οικονομική και πολιτική μεταρρύθμιση ήδη από την εποχή του παλαιού καθεστώτος (*Ancien Régime*) - κυρίως από στρατιωτικούς και πολιτικούς αξιωματούχους οι οποίοι υπηρέτησαν στους Γάλλους - και δημιουργήθηκαν οι «μυστικές εταιρείες» όπως ή *Carboneria*. Αυτή ή ιδιαιτερότητα της πολιτικής ιστορίας της Ιταλίας ήταν μία από τις αιτίες που ή βιομηχανική επανάσταση άργησε να εμφανισθεί στη χώρα. Φυσική συνέπεια ήταν ή καθυστέρηση της τεχνικής εκπαίδευσης στην Ιταλία ή οποία αρχίζει γύρω στο 1863 στο Μιλάνο, στη Νεάπολη και στο Τορίνο. Στα ιταλικά πανεπιστήμια υπήρχαν ήδη σχολές για σπουδές των φυσικών και μαθηματικών επιστημών²². Γύρω στο 1875, το κράτος ενώνει τα ανώτερα πειραματικά σχολεία του Μιλάνου κάτω από μία ενιαία διεύθυνση και ιδρύει προπαρασκευαστικά σχολεία με διετή φοίτηση, για να σπουδάσουν οι φοιτητές που επιθυμούσαν να παρακολουθήσουν τα Ανώτερο Τεχνολογικό Ινστιτούτο²³. Οι ιδιορρυθμίες της ανάπτυξης της Ιταλίας (ή πρώτη ιταλική Βουλή συνέρχεται στο Τορίνο στις 18.2.1861) καθώς και ο διαμελισμός της έδωσαν ώθηση (κυρίως αναπτύχθηκε ή άλγεβρική γεωμετρία) στην άνθηση της γεωμετρίας,²⁴ γύρω στο 1860, κυρίως χάρις στον μαθητή του Chasles και τον επικεφαλής της Πολυτεχνικής Σχολής της Ρώμης Luigi Cremona. Ως υπουργός Παιδείας, ο Cremona, συνέβαλε στην αναδιάρθρωση του εκπαιδευτικού προγράμματος. Έχοντας ήδη γνωρίσει το γαλλικό σύστημα εκπαίδευσης πρότεινε το μάθημα της προβολικής γεωμετρίας, συνδεδεμένο με ασκήσεις παραστατικής γεωμετρίας και τεχνικού σχεδίου, να συμπεριληφθεί στα μαθήματα του Α' έτους σε όλα τα Πανεπιστήμια της Ιταλίας. Την ίδια περίπου εποχή, οι σύγχρονοι του Cremona, ο F. Brioschi, επικεφαλής του Πολυτεχνείου του Μιλάνου και καθηγητής των εφαρμοσμένων μαθηματικών στο Πανεπιστήμιο της Παβίας και ο E. Betti, επικεφαλής της Παιδαγωγικής Ακαδημίας της Πίζα συμβάλλουν στο προβάδισμα της γεωμετρικής επιστήμης, ενώ ο E.

Ακόμα θα θέλαμε να σημειώσουμε ότι ή μεταρρύθμιση του Humboldt δέν επηρέασε την εξέλιξη της τεχνικής παιδείας.

20. Το πρώτο από αυτά ήταν του Leibig στο Πανεπιστήμιο του Giessen. Μετά το 1850, τα γερμανικά πανεπιστήμια γίνονται τα φυτώρια για την εκπαίδευση των μελλοντικών χημικών της βιομηχανίας, των φαρμάκων κ.ά. Βλ. W.V. FARRAR, *Chemistry and Chemical Industry*, Hampshire, 1997.

21. C. SPELLAZOU, *Storia del Risorgimento e dell'Unità d'Italia*, Milano, 1936.

22. U. BOTTAZINI, *Mathematics in a Unified Italy*, Mehrtens H. Bos H. & Schneider I. Eds, *Social History of Nineteenth Century Mathematics*, 1981, σσ. 165-178.

23. Istituto Tecnico Superiore. Ίδρύθηκε στο 1862, από τον Brioschi, με έντολή της κυβέρνησης.

24. Σχετικά με τη γεωμετρία και την ιταλική γεωμετρική σχολή, πβ. G. CASTELNUOVO, *La geometria algebrica e la scuola italiana*, *Atti del Congresso Internazionale dei Matematici*, t. I Bologna, 1928, σσ. 191-202· F. ENRIQUES, *La evolución del concepto de la geometria y la escuela italiana durante los últimos 50 años*, *Rev. Mat. Hisp.*, Ann II, 1920, σσ. 1-17.



Beltrami, μαθητής του Brioschi, καθηγητής στο Πανεπιστήμιο της Μπολόνια, δίδει την πρώτη έρμηνεία για την απεικόνιση της μη Εὐκλείδειας γεωμετρίας του Lobatchevskii σέ επιφάνειες σταθερής ἀρνητικής καμπυλότητας. Ἡ σχολή ὅπου ἀνήκουν οἱ Segre, Veronese, Enriques, Castelnuovo κ.ἄ. στηρίχθηκε στὶς προταθεῖσες ἀπὸ τὸν Clebsch καὶ τὴν Noether τάσεις. Ἀργότερα ἡ θεμελίωση τῆς Γεωμετρίας (1889 1897), εἶναι ἓνα ἀπὸ τὰ κύρια ἐνδιαφέροντα τοῦ Peano καὶ τοῦ μαθητῆ του Pieri.

Τὸ Πολυτεχνεῖο τῆς Πράγας ἦταν ἓνα ἀπὸ τὰ πρῶτα τὰ ὁποῖα ἰδρύθηκαν μετὰ τὴν παρισινὴ Πολυτεχνικὴ Σχολή. Οἱ προσπάθειες τῆς Αὐστρίας γιὰ τὴν μεταρρύθμιση τοῦ ἐκπαιδευτικοῦ συστήματος ἀρχίζουν περίπου τὴν ἴδια ἐποχὴ μὲ τὴν Γαλλία, ἀλλὰ κάτω ἀπὸ ἐντελῶς διαφορετικὲς συνθῆκες. Στὴν Αὐστρία ὑπῆρχε διάχυτη ἡ ἀποψη ὅτι ἡ τεχνικὴ παιδεία πρέπει νὰ διαμορφωθεῖ σύμφωνα μὲ τὶς ἀπαιτήσεις τῆς οἰκονομίας²⁵. Ἀπὸ τὸ 1795 ἡ βασιλικὴ ἐπιτροπὴ ἀναθεώρησης τῶν σπουδῶν (Studienrevisions - Hofkommission) μὲ ἐπικεφαλὴ τὸν καγκελλάριο Rottenhan ἀρχίζει στὴ Βιέννη τὶς πρῶτες διαβουλεύσεις. Ὁ F.J. Gerstner, καθηγητὴς τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Πράγας, προσκαλεῖται νὰ λάβει μέρος προγραμμάτων σπουδῆς θετικῶν ἐπιστημῶν.²⁶ Μὲ πρότυπο τὴν παρισινὴ Πολυτεχνικὴ Σχολή καὶ τὴν πεποίθησή του ὅτι ἡ βαθύτερη καὶ συστηματικότερη μελέτη τῶν μαθηματικῶν καὶ τῆς φυσικῆς ἀποτελοῦν τὶς βάσεις γιὰ τὴν ἀνάπτυξη τῆς βιομηχανίας, ὁ Gerstner ἔχει κύριο στόχο νὰ διαμορφωθεῖ τὸ πρόγραμμα σπουδῶν κατὰ τέτοιο τρόπο ὥστε ὁ ἀπόφοιτος τῆς Πολυτεχνικῆς Σχολῆς νὰ κατέχει τόσο τὰ προβλήματα τῆς σύγχρονης αὐστριακῆς βιομηχανίας, ὅσο καὶ τὶς τεχνικὲς ἐξελίξεις τῶν ἄλλων χωρῶν. Ἦδη ὁ ἴδιος, ἀπὸ τὸ 1787 στὴν διδασκαλία του, στὸ Πανεπιστήμιο τῆς Πράγας, παράλληλα μὲ τὴν θεωρητικὴ διδασκαλία εἶχε δώσει, μεγάλη ἔμφαση στὶς πρακτικὲς ἐφαρμογές. Τὸ 1798 παρουσιάζει στὴν ἐπιτροπὴ τὶς ἀπόψεις του καὶ προτείνει ἀκόμα τὴν μετατροπὴ τοῦ συστήματος σπουδῶν στὶς φιλοσοφικὲς σχολές. Σύμφωνα μὲ τὸ καινούργιο ἐκπαιδευτικὸ σύστημα πρέπει νὰ προσφέρονται βασικὲς γνώσεις σὲ θέματα φυσικῆς ἱστορίας, φυσικῆς, καθαρὰ καὶ ἐφαρμοσμένα μαθηματικά καὶ πρακτικὴ γνώση μηχανῶν καὶ ἡ Πολυτεχνικὴ Σχολή νὰ βρίσκεται στὸ ἴδιο ἐπίπεδο μὲ τὶς πανεπιστημιακὲς σχολές. Τὶς προτάσεις του αὐτὲς τὶς θεμελιώνει «...θεωρώντας τὰ ὑψηλὰ πρότυπα τῆς ἀγγλικῆς βιομηχανίας, ἡ ὁποία βασίστηκε στὶς ἀνακαλύψεις τῆς χημείας καὶ τῆς μηχανικῆς τῆς σύγχρονης ἐποχῆς καὶ ἡ ὁποία ἀπειλεῖ νὰ ἐξαφανίσει τὴν εὐρωπαϊκὴ βιομηχανία ἀπὸ τὶς διεθνεῖς ἐμπορικὲς ἀγορές». Ὡς πρὸς τὴ δομὴ τῆς Πανεπιστημιακῆς Τεχνικῆς Σχολῆς προτείνει νὰ συμπεριληφθοῦν τὰ μαθήματα: ὀρυκτολογία, βοτανικὴ, ζωολογία, ἀνόργανη καὶ ὀργανικὴ χημεία μὲ ἐφαρμογές στὴ βαφή καὶ στὴ χρωματουργία, μεταλλουργία, ὑδραυλικὲς κατασκευές ἀκόμα καὶ στρατιωτικὲς σπουδές. Μαθήματα κορμοῦ, κοινὰ γιὰ ὅλους τοὺς κλάδους, προτείνει τὰ μαθηματικά, δηλαδὴ τὴ μαθηματικὴ ἀνάλυση καὶ τὶς ἐφαρμογές της στὴν γεωμετρία, τὴ μηχανικὴ, τὴ θεωρητικὴ καὶ τὴν πρακτικὴ ἀστρονομία. Παράλληλα μὲ ὅλα αὐτὰ, δίδει μεγάλο βάρος στὴν διδασκαλία τῆς Παραστατικῆς γεωμετρίας, στὸν σχεδιασμὸ τῶν μηχανῶν, αὐτὸ ποὺ σήμερα ὀνομάζουμε μηχανολογικὸ καὶ τεχνικὸ σχέδιο. Μετὰ ἀπὸ ἀρκετὰ χρόνια καθυστέρησης, τὸ ὄραμα τοῦ Gerstner πραγματοποιεῖται καὶ τὸ 1806 ἰδρύεται τὸ Πολυτεχνεῖο τῆς Πράγας. Μὲ τὴ σειρά του τὸ τότε πρωτοποριακὸ αὐτὸ ἴδρυμα, ἀρχίζει νὰ ἀποτελεῖ πρότυπο σχολῆς γιὰ ἄλλες εὐρωπαϊκὲς χώρες, καθὼς στὴν Παρισινὴ Πολυ-

25. Ἡ ὅλη διαδικασία ἐγινε πρὶν ἀπὸ τὴν ἀστικὴ ἐπανάσταση καὶ κάτω ἀπὸ τὶς γνωστὲς φεουδαρχικὲς συνθῆκες, ἔτσι ἡ ἐκπαιδευτικὴ μεταρρύθμιση προχώρησε μὲ πολλὲς δυσκολίες καὶ μὲ βραδύ ρυθμό.

26. Οὐσιαστικὰ μὲ τὸν ὅρο θετικὲς ἐπιστῆμες κάλυπταν ἓνα πολὺ μεγάλο μέρος γνωστικοῦ ἀντικειμένου ὅπως π.χ. βιολογία, μαθηματικά, φυσικὴ, γεωγραφία, τεχνολογία, γεωπονία.

τεχνική Σχολή ο Ναπολέον δίδει περισσότερη έμφαση στα στρατιωτικά μαθήματα.

Στις αρχές λοιπόν του 19ου αιώνα γίνεται φανερό τόσο η αναγκαιότητα τεχνικής παιδείας στην Αυστρία, όσο και η αδιαφιλονίκητη συμβολή της στην βελτίωση της βιομηχανίας. Στην Πολυτεχνική Σχολή της Πράγας διδάσκονται όλο και περισσότερο θεωρητικά και εφαρμοσμένα μαθήματα σχετικά με μοντέλα μηχανών²⁷. Το 1849 αρχίζει να εφαρμόζεται στην Αυστρία, η αναμόρφωση της μη κλασικής παιδείας, μεταρρύθμιση του Bonitz. Έτσι στην μέση εκπαίδευση αρχίζουν να εισάγονται μαθήματα παραστατικής γεωμετρίας, τεχνικού και γραμμικού σχεδίου, προοπτικής κ.ά. Λίγο αργότερα, το 1852, εφαρμόζεται η αναμόρφωση του εκπαιδευτικού συστήματος και στην Βοημία. Γύρω στο 1860, με την βιομηχανική επανάσταση ή μορφή της τεχνικής εκπαίδευσης στην Βοημία και στην Μοραβία αλλάζει²⁸ ενώ δίδεται ένα ουσιαστικό προβάδισμα στο μάθημα της γεωμετρίας^{29,30}. Έτσι δημιουργείται η πρώτη γεωμετρική σχολή με επικεφαλής τους R. Skuherský και F. Tilšer. Ο πρώτος εργάστηκε πάνω σε θέματα απεικόνισης ορθογωνίων προβολών, δηλαδή στην ορθογώνια άξονομετρία, θέμα έντελως άγνωστο για εκείνη την εποχή, ενώ ο δεύτερος μελέτησε το θέμα του φωτισμού των γεωμετρικών σωμάτων και επιφανειών ως εφαρμογές της παραστατικής γεωμετρίας. Οι ιδέες των Skuherský και Tilšer δεν αργούν να καρποφορήσουν. Το αποδεικνύουν οι ανακοινώσεις των Schnedar, Matzek και Pohlke. Οι γεωμετρικές θεωρήσεις της γαλλικής, γερμανικής και ιταλικής σχολής εισδύουν στην Βοημία και Μοραβία. Οι αδερφοί Weyr θα δώσουν καινούργια ώθηση στη γεωμετρική έρευνα. Ο Emile Weyr με τις μελέτες του σχετικά με τις ενελίξεις και ο Eduard Weyr με την γενίκευση της έννοιας των κυλινδρικών επιφανειών.

Με την παρακμή της δουλείας, στη Ρωσία, αρχίζει δειλά - δειλά να σημειώνει πρόοδο η βιομηχανία. Όμως οι φεουδαρχικές αντιλήψεις και το σύστημα των δουλοπαροίκων δεν άποτελούσαν το ιδεώδες πλαίσιο για την αναμόρφωση της οικονομίας. Παράλληλα με αυτά η ναπολεόντεια εκστρατεία διαδραμάτισε ένα διττό αντιφατικό ρόλο. Από τη μία οι καταστροφικές για τη χώρα επιπτώσεις, επιβράδυναν τον ρυθμό εξέλιξης, ενώ από την άλλη οι πολεμικές επιτυχίες του γαλλικού στρατού απέδειξαν την σημασία της τελειοποίησης του τεχνικού εξοπλισμού. Ο γαλλικός στρατός στηριζόταν πάνω στο τεράστιο υπόβαθρο που θεμελίωσαν η χημεία, η φυσική, η μηχανική και τα μαθηματικά, καθώς και στον καινούργιο τύπο επιστημονικών τεχνικών σχολών³¹. Έτσι το γαλλικό πρότυπο των τεχνικών σχολών αρχίζει να αποτελεί τον κυριώτερο στόχο μίμησης. Ένας άνεμος μεταρρύθμισης αρχίζει να πνέει με τον νεαρό τσάρο Αλέξανδρο τον Α'. Ένα χρόνο μετά την ανάρρησή του στον θρόνο, το 1802, ιδρύει το Υπουργείο Δημόσιας Εκπαίδευσης καθώς και σχολεία όλων των βαθμίδων: δημοτικά και λύκεια στις πρωτεύουσες των

27. Για τη διδασκαλία χρησιμοποιούνται βιβλία, δοκιμασμένα με επιτυχία στην παρισινή Πολυτεχνική Σχολή, όπως του Monge, του Hachette κ.ά. Για περισσότερες λεπτομέρειες πβ. L. NOVY, *Les mathématiques et l'évolution de la nation tchéque (1860-1918)*, *L'Europe Mathématique*, Paris, Édition de la Maison des Sciences de l'Homme, 1996, σσ. 501-515.

28. Ήδη στο Πολυτεχνείο της Πράγας έχουν σπουδάσει πάνω από 700 φοιτητές.

29. Μια από τις αιτίες είναι ότι χρειάζονταν ειδικευμένοι καθηγητές στο μάθημα αυτό για να στελεχώσουν τα σχολεία μέσης εκπαίδευσης.

30. Με τον γενικό όρο γεωμετρία, αναφερόμαστε στους κλάδους της παραστατικής, της προβολικής γεωμετρίας κ.ά.

31. A. P. YOUSCHKEVITCH, *Η Ιστορία των Μαθηματικών στη Ρωσία από το 1917*, Μόσχα, 1968, σ. 217.

νομῶν καὶ Πανεπιστήμια στὶς πέντε μεγαλύτερες πόλεις γιὰ νὰ πλαισιώνουν τὸ πανεπιστήμιο τῆς Μόσχας τὸ ὁποῖο ἰδρύθηκε τὸ 1755. Ἔτσι δημιουργοῦνται τὰ νέα Πανεπιστήμια στὸ Ντόρπατ (1802), στὸ Βίλνο (1803)³², στὸ Χάρκοβο (1805), στὸ Καζάν (1805), στὴν Πετρούπολη (1819). Πέρα ὁμως ἀπὸ τὴν ἵδρυση τῶν καινούργιων πανεπιστημίων μὲ τὴν μεταρρύθμιση τοῦ Ἀλέξανδρου τοῦ Α', ἰδρύονται, τὸ 1804, εἰδικές σχολές φυσικῆς καὶ μαθηματικῶν μὲ τμήματα *Τεχνολογίας καὶ Ἐπιστημῶν συνδεδεμένα μὲ τὸ ἐμπόριο καὶ τὴν βιομηχανία*. Στὶς σχολές αὐτές ὅλη σχεδὸν ἡ ἐκπαίδευση τῶν σπουδαστῶν ἦταν συγκεντρωμένη στὶς ἐφαρμογές τῆς γεωργίας καὶ στὶς ἀρχές τῆς ἀνάπτυξης τῆς βιομηχανίας³³. Φυσικὴ συνέχεια αὐτῶν τῶν σχολῶν ἀποτελοῦν τὰ τεχνικά Πανεπιστήμια τὰ ὁποῖα ἰδρύθηκαν ἀργότερα: τὰ δύο τεχνικά Πανεπιστήμια τῆς Πετρούπολης γιὰ μηχανικούς τὸ 1828 καὶ γιὰ ὁδοποῖα τὸ 1810³⁴.

Σιγά-σιγά τὰ κλωστήρια, τὰ σιδηρουργεῖα, ἡ κατασκευὴ σιδηροδρομικῶν γραμμῶν, ἡ ναυσιπλοΐα, συμβάλλουν στὴν ἐκβιομηχάνιση τῆς χώρας. Ὁ ἀριθμὸς τῶν σχολείων μέσης καὶ ἀνώτερης ἐκπαίδευσης αὐξάνει παράλληλα μὲ τὸν ἀριθμὸ τῶν μαθητῶν. Μετὰ τὴν ἥττα τοῦ Κριμαϊκοῦ πολέμου (1853-56) καὶ τὶς πολιτικές μεταρρυθμίσεις (Ζέμστρο), ἰδρύονται καινούργια δημόσια σχολεῖα ξέχωρα ἀπὸ τὰ κλασικά, μὲ κύριο στόχο τὴν δημιουργία πολλῶν ἐκπαιδευμένων τεχνιτῶν³⁵. Οἱ γεωμετρικὲς σχολές ἀρχίζουν νὰ δημιουργοῦνται στὴ Ρωσία γύρω στὸ 1870. Οἱ γεωμετρικὲς σχολές τῆς Μόσχας καὶ τοῦ Καζάν ξεκινοῦν τὴν ἴδια ἐποχὴ παρ' ὅλο πὺ τὰ ἐπιστημονικά τους ἐνδιαφέροντα διαφέρουν. Ἡ γεωμετρικὴ σχολὴ τῆς Μόσχας δέχεται κύρια τὴν ἐπίδραση τοῦ V. Ya. Tsinger, καθηγητῆ τῆς προβολικῆς γεωμετρίας καὶ θερμοῦ ὁπαδοῦ τῶν ιδεῶν τοῦ Chasles καὶ τοῦ Steiner. Μέσα ἀπὸ αὐτές τὶς συνθήκες ἀνθεῖ ἡ προβολικὴ γεωμετρία στὶς ἀρχές τοῦ 20οῦ αἰῶνα, ἰδιαίτερα μὲ τὶς ἐργασίες τῶν K. A. Andreev καὶ A. K. Vlassov, οἱ ὁποῖοι ἀπὸ τὴν προβολικὴ καὶ παραστατικὴ γεωμετρία ὠδηγήθηκαν στὶς γραφικὲς μεθόδους, τὰ νομογραφήματα.

Ἀντίθετα ἡ γεωμετρικὴ σχολὴ τοῦ Καζάν³⁶ ἀρχισε νὰ δημιουργεῖται μὲ τὸν F. M. Suvorov, μὲ τὴν ἀνάπτυξη καὶ διάδοση τῆς μὴ εὐκλείδειας γεωμετρίας, κλάδο πὺ ξεκίνησε ἀπὸ τὸ ἴδιο πανεπιστήμιο ὁ Lobatchevskii³⁷ τὸ 1826. Ἡ μεγάλη τεχνικὴ πρόοδος τοῦ 19οῦ αἰῶνα ὀφείλεται κατὰ κύριο λόγο στὸ ἔργο τῶν μηχανῶν. Ἡ ἀνατομία καὶ ἡ λειτουργία τους ἦταν σχεδὸν ἀποκλειστικότητα τῶν μέσων ἢ ἀνωτέρων τεχνικῶν σχολῶν. Οἱ ἀπόφοιτοί τους ἦταν σὲ θέση νὰ ἐφαρμόσουν ἐκτεταμένα στὴν βιομηχανία τόσο τὶς πρόσφατες ἀνακαλύψεις ὅσο καὶ νὰ λύσουν τὰ ἀναφαινόμενα τεχνικά προβλήματα. Μὲ αὐτὰ

32. Γιὰ πολιτιστικούς λόγους τὸ 1832 καταργεῖται τὸ Πανεπιστήμιο τοῦ Βίλνο ἀλλὰ τὸ 1834 ἰδρύεται τὸ Πανεπιστήμιο τοῦ Κιέβου.

33. A.P. YOUSCHKEVITCH, *ἐνθ' ἀν.*, σ. 218.

34. Αὐτὰ ἀναδιοργανώθηκαν τὸ 1860, ὅπως καὶ τὸ Πανεπιστήμιο τῆς Μόσχας, τὸ 1868.

35. Τὸ 1869 ἰδρύεται καὶ ἡ πρώτη ἀνώτερη σχολὴ γιὰ γυναῖκες στὴ Μόσχα.

36. Τὸ ὅτι οἱ δύο γεωμετρικὲς σχολές γεννήθηκαν στὴ Ρωσία, δὲν σημαίνει ὅτι δὲν ὑπῆρχαν ἄλλες σχολές μὲ διαφορετικὸ πεδίο ἐρευνας. Ἀναφέρουμε τὴν σχολὴ θεωρητικῆς καὶ ἐφαρμοσμένης μηχανικῆς στὴ Μόσχα, μὲ ἐπικεφαλῆς τὸν N.D. Brachmann, ὅπως καὶ τὴν μαθηματικὴν σχολὴ στὴν Πετρούπολη, μὲ κύριο ἀντικείμενο ἐρευνας τὴν θεωρία ἀριθμῶν καὶ ἀρχηγὸ τὸν P.L. Tchebychev. Σχετικὰ μὲ τὶς ρωσικὲς μαθηματικὲς σχολές, πβ. S.S. DEMIDOV, *L'Histoire des Mathématiques en Russie et en U.R.S.S. en tant qu'Histoire des Écoles, Πρακτικά 19ου Συνεδρίου τῆς Ἱστορίας τῶν Ἐπιστημῶν*, Μόσχα 1997, σσ. 9-21.

37. Πβ. Χ. Π. ΦΙΛΗ, Ἡ φανταστικὴ Γεωμετρία τοῦ Lobatchevskii καὶ ἡ Ρωσικὴ πρωτοπορία, *Voprossi Istorii Estestvoznaniya i techniki, Ρωσικὴ Ἀκαδημία Ἐπιστημῶν*, Μόσχα, Rossiskaya Akademia Nauk 4, 1992, σσ. 43 - 48 (στὰ ρωσικά).

τά δεδομένα ήταν απαραίτητες καινούργιες τεχνολογικές και επιστημονικές γνώσεις³⁸, οι οποίες σταδιακά προετοιμάστηκαν από τους προηγούμενους αιώνες. Ήδη από τον 16ο αιώνα, με κύριο εκπρόσωπο τον Leonardo da Vinci, η τεχνολογική έρευνα αρχίζει να κερδίζει το γενικότερο ενδιαφέρον, όμως ο 18ος αιώνας γίνεται η εποχή του «φιλοσοφικού πνεύματος». Ο φιλόσοφος τοποθετεί την λογική σε πρώτο επίπεδο και την εφαρμόζει στις ανθρωπιστικές επιστήμες, στην φυσική και στα μαθηματικά. Ο φιλόσοφος εκείνης της εποχής είναι διαλογιστής, λογικός, σοφός, πειραματιστής. Σε ολόκληρη την εποχή του διαφωτισμού, είναι διάχυτη η επιθυμία διάδοσης της γνώσης³⁹ και η ίδρυση τεχνικής εκπαίδευσης⁴⁰.

Όμως τον 18ο αιώνα, οι περισσότερες εφευρέσεις γίνονται από ανθρώπους του επαγγέλματος, από επινοητικούς τεχνίτες που θέλουν να αυξήσουν την παραγωγή τους, παρά από επιστήμονες.

Από την Αγγλία, κάτω από διαφορετικές συγκυρίες⁴¹, ξεκινά η βιομηχανική επανάσταση. Οι Άγγλοι τεχνίτες είχαν εκπαιδευθεί σε διάφορα Ίνστιτούτα Μηχανικής και Λέσχες Έργαζομένων⁴². Οι άλλες χώρες της Ευρώπης είχαν μοναδικό στόχο τους⁴³ να πλησιάσουν το άγγλικό πρότυπο. Η εκπαιδευτική μεταρρύθμιση⁴⁴ που ακολούθησε, ήταν το

38. Στις μέρες μας με την τεχνολογική επανάσταση των υπολογιστών, τα μαθηματικά είναι το κύριο στήριγμα στην Επιστήμη των Υπολογιστών, στην Πληροφορική κ.ά.

39. Αδιάψευστο παράδειγμα είναι ο πλήρης τίτλος της Έγκυκλοπαίδειας: *Encyclopédie ou Dictionnaire Raisonné des Sciences, des Arts et des Métiers par une Société des Gens de Lettres*, ο οποίος αποδεικνύει άμεσα αυτήν την επιθυμία γνώσεων, εφαρμοζομένων σε όλους τους τομείς. Ακόμα ο Diderot ορίζει τον φιλόσοφο ως «τίμιο άτομο που θέλει... να είναι χρήσιμο».

40. A. LÉON, *La Révolution Française et l'Éducation Technique*, Paris, 1968.

41. Η Αγγλία είναι η πρώτη έμπορική δύναμη στον κόσμο. Προς το τέλος του 18ου αιώνα, υπάρχει μια συσσώρευση πολύτιμων μετάλλων. Αναζητείται μια τελειοποίηση του συστήματος κυκλοφορίας των νομισμάτων και καινούργιες τεχνικές για πίστωση. Οι τραπεζίτες της εποχής προσπαθούν να συνενώσουν τεχνικές και οίκονομία. Αυξάνονται σημαντικά η γεωργική παραγωγή, καθώς και τα χρησιμοποιούμενα εργαλεία, αυξάνεται δέ και ο πληθυσμός. Όλες οι τεχνικές εφευρέσεις γεννήθηκαν στην Αγγλία. Για περισσότερες λεπτομέρειες. Πβ. J. HARRIS, *Essays in Industry and Technology in 18th Century: England and France*, Hampshire, 1992 και I. INKSTER, *Technology and Industrialisation*, Hampshire, 1998.

42. Η βιομηχανική επανάσταση στην Αγγλία δεν οδήγησε στην ίδρυση τεχνικών σχολών γιατί ήδη υπάρχουν παραδοσιακά κέντρα εκπαίδευσης με διδασκαλία τόσο στις θετικές επιστήμες όσο και στις τεχνικές εφαρμογές.

43. Στο νεοσύστατο ελληνικό κράτος η έλλειψη τεχνικής εκπαίδευσης ήταν φανερή. Ο λοχαγός Friedrich von Zentner συνέλαβε την ιδέα της ίδρυσης ενός Τεχνικού Σχολείου το 1837 και την εισηγήθηκε στον Όθωνα. Για περισσότερες λεπτομέρειες, πβ. *Das Königreich Griechenlands in Hinsicht auf Industrie und Agrikultur. Gesammelte Notizen von Ritter Friedrich von Zentner königlich - bayerischem kammerjunker und Ober - Lieutenant, Ritter des königlich - griechischen Erlöser - Ordens und Mitgleid mehrer industrievereine des In - und Auslandes*, Augsburg, 1844. Η σχέση αυτού του Σχολείου - το οποίο το 1887 εξελίχθηκε στο Σχολείο των Βιομηχανικών Τεχνών (πυρήνα του Ε.Μ. Πολυτεχνείου) - με την διδασκαλία της γεωμετρίας και την πρώτη άνθηση της ελληνικής βιομηχανίας αποτελεί το αντικείμενο μιάς άλλης υπό δημοσίευση μελέτης μας.

44. Κύρια οφείλεται στην βιομηχανική επανάσταση της Αγγλίας, στην γαλλική επανάσταση και στις ναπολεόντειες εκστρατείες· ξεκινά από την ίδρυση της *École Polytechnique* και τελειώνει με το Πολυτεχνείο της Ζυρίχης, το 1855. Για περισσότερες λεπτομέρειες, πβ. R. TATON, *The*

πρῶτο βῆμα γιὰ τὴν βιομηχανικὴ τους ἀνοδο. Οἱ καινούργιες μηχανές, οἱ τροχοί, τὰ ἐλατήρια, τὰ ἔμβολα, ἡ ἀνάγκη ἀπεικόνισής τους στὸ ἐπίπεδο ἢ στὸν χῶρο ἦταν ἀκριβῶς τὸ ἀντικείμενο τῆς γεωμετρίας. Οἱ γιγάντιοι τροχοὶ ποὺ ἔπρεπε νὰ σχεδιασθοῦν, μὲ γνώσεις ἀξονομετρίας ἢ προοπτικῆς ἀναγκαστικὰ ὀδηγοῦσαν σὲ γεωμετρικὲς θεωρήσεις. Ὁ σχεδιασμός ἢ ἡ μελέτη ἐλατηρίων γιὰ τὴν κίνηση μηχανῶν στρέφεται ἀπαραίτητα πρὸς τὴ μελέτη τῶν καμπύλων. Ἔτσι ὑποχρεωτικὰ ἡ βιομηχανικὴ ἐπανάσταση, συνέδεσε τὰ μηχανικὰ ἐξαρτήματα μὲ τὴν Γεωμετρία. Αὐτὰ ἀποτελέσαν, ὅπως εἶδαμε τὰ κίνητρα γιὰ τὴν ἀναγκαία, ἀλλὰ ὄχι ἱκανὴ συνθήκη δημιουργίας γεωμετρικῶν σχολῶν, τῶν ὁποίων ὁ χαρακτήρας καὶ ἡ ἰδιαιτερότητα καθορίζονται ἀπὸ τὶς ἱκανότητες τῶν δασκάλων, τὴν παιδεία τους, τὰ ἐρευνητικὰ τους ἐνδιαφέροντα καθὼς καὶ ἀπὸ τὸ ἐπιστημονικὸ δυναμικὸ τῆς σχολῆς. Πιστεύουμε ὅτι αὐτὴ ἡ ἴδια ἡ ἔννοια τῆς σχολῆς, ἡ μορφολογία της καὶ ἡ δομὴ της, ἀποτελοῦν ἓνα ἀνοιχτὸ πρόβλημα γιὰ ἐρευνα.

Χ. Π. ΦΙΛΗ
(Ἀθῆναι)

French Revolution and the Progress of Science, *Centaurus* 3, 1953, σσ. 73-89; T.C. FRY, Mathematicians in Industry - The First 75 Years, *Science* 143, 1964, σσ. 934-938; K.H. MANEGOLD, *Universität, Technische Hochschule und Industrie ...*, Berlin, 1970; F. KLEMM, Die Rolle der Mathematik in der Technik des 19 Jahrhunderts, *Technikgeschichte*, 33, 1966, σσ. 72-90.