

ΣΧΕΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΑΔΑ

ΘΕΟΔΟΣΙΟΣ Π. ΤΑΣΙΟΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με έναν σύντομο αλλά ατελή ορισμό, Τεχνολογία θα ονομάζεται η *σκόπιμη μετατροπή υλικών και γνώσεων σε χρήσιμα προϊόντα* (καθώς και κάθε σύνολο «τεχνογνωσίας» που αφορά αυτή την μετατροπή). Αξίζει να σχολιαστούν τα «συστατικά μέρη» αυτού του ορισμού.

- *Σκόπιμη δουλειά* σημαίνει ότι ο τεχνίτης έχει συλλάβει εκ των προτέρων έναν σκοπό τον οποίο θέλει να υπηρετήσει. (Η κατασκευή βιολιού γίνεται με τον σκοπό να παραχθεί μουσική).

- *Χρήσιμο* θα είναι το προϊόν, εάν ικανοποιεί μια ανάγκη. Και η επιθυμία της μουσικής, στο προηγούμενο παράδειγμα, συναίσθηση ανάγκης ήταν. Κι ακόμα σαφέστερα, η ανάγκη για τροφή θεραπεύεται όταν κατασκευάζεται ένα ξύλινο αλέτρι κατάλληλου σχήματος.

- *Προϊόν τεχνολογίας* είναι το φωμί, αλλά κι ένα ασήμαντου όγκου ηλεκτρονικό κύκλωμα. Έτσι, εξαρχής, το ποσοστό συμμετοχής «υλικών» και «γνώσεων» δεν είναι δεσμευτικό του ορισμού της Τεχνολογίας. Γι' αυτό και η βαθμιαία επιστημονικοποίηση ήταν ένας δρόμος τον οποίο νομοτελειακά σχεδόν θα ακολουθούσε η Τεχνολογία : για να γίνει οικονομικότερη, αποδοτικότερη και γενικότερη.

- *Γιατί χρειάζονται και οι γνώσεις;* Ο χιμπαντζής που πεινάει, αλλά το χέρι του δεν φτάνει την μπανάνα (βαλμένη λίγο μακρύτερα έξω απ' το γιγκλίδωμα), νιώθει την *ανάγκη* (πεινάει), βάζει *σκοπό* να φτάσει την τροφή, προσπαθεί (ματαίως). Ξάφνου, αν έχει κάπου ξαναδεί τη σκηνή (ανάμνηση, *γνώση*), θα κόψει ένα κλαρί, θα το περάσει από τα κάγκελα και με αυτό θα σύρει προς τα μέσα την μπανάνα. Τα υλικά ήταν διαθέσιμα, αλλά αν έλειπε η γνώση δεν θα μπορούσε να ικανοποιηθεί η ανάγκη. Ο χιμπαντζής αυτός κατασκεύασε «εργαλείο» (την προέκταση του χεριού του, κατά κάποιον τρόπο) και, ουσιαστικά, κάλυψε όλα τα συστατικά στοιχεία του ορισμού μας για την Τεχνολογία.

Κι αν ο φυλακισμένος χιμπαντζής δεν είχε ξαναδεί το τέχνασμα; Θα πέθαινε από την πείνα; Εν γένει, ναι. Λέγεται όμως πως ένας στους τόσους νεαρούς άπειρους χιμπαντζήδες *εφευρίσκει* τη γνώση: Έχει, δηλαδή, την αναγκαία φαντασία να σπάσει τον *φυσικό* κώδικα «κλαρί = μέρος του δέντρου όπου σκαρφαλώνω», και να παραγάγει την *τεχνητή* έννοια (ριζικώς διαφορετικής κατηγορίας) «κλαρί = άγκιστρο». Ή αργότερα, μνημένος στο μεταπονητικό νόημα της Τεχνολογίας, να παραγάγει μιά ακόμα *τεχνητή* χρήση «κλαρί = όπλο», και να αρχίσει να κοπανάει τους αντιπάλους του.

Έτσι παρατηρείται ότι η *γνώση* που χρειάζεται για την άσκηση Τεχνολογίας μπορεί μεν να είναι δεδομένη, ενδέχεται όμως και να παραχθεί (σκοπίμως κι αυτή) κατά τη *διάρκεια* επιλύσεως του τεχνικού προβλήματος «πώς θα ικανοποιήσω την ανάγκη». Ο μύθος δηλοί εδώ ότι η *Τεχνολογία έχει διφυή σχέση με την Επιστήμη* : είτε την «εφαρμόζει» έτοιμη είτε, πολύ συχνότερα, (εφαρμόζοντας την επιστημονική μεθοδολογία) *παράγει επιστήμη*, με συγκεκριμένον χρηστικό σκοπό αυτή τη φορά.

2. Η ΔΙΑΛΕΚΤΙΚΗ ΣΧΕΣΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ/ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Λοιπόν, κατά τον ορισμό, η παραγωγή του τεχνικού αγαθού απαιτεί «γνώση». Είναι δε ενδιαφέρον να διακριθούν τρεις κατηγορίες τέτοιων γνώσεων :

- Γνώση υπάρχουσα από προγενέστερη εμπειρία, και εφαρμοζόμενη «εμπειρικά»

σε εντελώς όμοιες περιπτώσεις στο μέλλον. Τεχνολογία γίνεται, τεχνολογική πρόοδος όμως δεν συντελείται με τέτοια γνώση.

• Γνώση διευρυνόμενη με τη βοήθεια σκόπιμων δοκιμών και πειραματισμού. Στην περίπτωση αυτή (όταν και εάν οι προσπάθειες πετύχουν), η Τεχνολογία προοδεύει. Πολλές φορές, ένα τυχαίο γεγονός πάνω στη δουλειά, ή μια έμπνευση ενός παράξενου τεχνίτη μπορούν να υποκαταστήσουν τον πειραματισμό και την «τυφλή» αναζήτηση. Είναι ακριβώς ό,τι γινόταν για χιλιάδες χρόνια, στην Ελλάδα μέχρι περίπου τον 6ο π.Χ. αιώνα: Η Τεχνολογία ανθούσε στην Ελλάδα αλλά δεν είχε ακόμη συναντηθεί με την Επιστήμη.

• Ενδέχεται όμως να έχει προηγηθεί (ή να έχει εφαρμοστεί επί τούτου) μια άλλη μεθοδολογία: Να έχει αναζητηθεί μια ορθολογική συσχέτιση αιτίου/αποτελέσματος σε ένα πλήθος φαινομένων, κι από το είδος των επιμέρους περιστατικών να έχει αναχθεί κανείς στο γένος τους. Με άλλα λόγια, να έχει εφαρμοσθεί η *επιστημονική μέθοδος* στον χώρο των φαινομένων όπου κείται το προς επίλυση τεχνολογικό πρόβλημα. Τότε, είτε η λύση θα προκύψει αμέσως είτε ο πειραματισμός θα είναι περιορισμένος και λυσιτελής.

Φαίνεται ότι στις Ελληνίδες Χώρες, μαζί με τις δύο πρώτες κατηγορίες «τεχνογνωσίας», άρχισε για πρώτη φορά να εφαρμόζεται δειλά-δειλά η τελευταία αυτή κατηγορία τεχνογνωσίας. Δύο, τουλάχιστον, σπουδαίες συνέπειες αυτού του φαινομένου οφείλουν να παρατηρηθούν. Πρώτον, η ίδια η Τεχνολογία γίνεται παραγωγικότερη (οικονομικότερη, ευρύτερης εφαρμογής), η δε τεχνολογική καινοτομία γίνεται ευχερέστερη (γρήγορη τεχνολογική πρόοδος). Δεύτερον, καθώς τώρα αλληλοσυμπληρώνονται Επιστήμη και Τεχνολογία, ένα νέο είδος αναγκών περιμένει να υπηρετηθεί από την Τεχνολογία: πρόκειται για την ίδια την Επιστήμη, η οποία έχει ανάγκη από ποικίλα όργανα παρατηρήσεων και μετρήσεων. Τα «τεχνολογικά» αυτά προϊόντα θα είναι το αντίδωρο της Τεχνολογίας για όσα δωρήματα έλαβε από την Επιστήμη! Στην αρχαία Ελλάδα, η πολλαπλή σχέση «Τεχνολογία -----> Επιστήμη-----> Τεχνολογία -----> Επιστήμη» θα παρατηρηθεί πολλές φορές:

• Η εμπειρική τεχνική της μετρήσεως των χωραφιών μετεξελίσσεται στην επιστήμη της Γεωμετρίας. Έτσι, ο μέγας μαθηματικός Θαλής ο Μιλήσιος ήταν και Μηχανικός σπουδαίος: *τον Άλιν ποταμόν κατά την διώρυχα εκτρεπόμενος εκ των αρχαίων ρεέθρων, Κροίσου στρατιόν διεβίβασεν* (Ηρόδοτος, I-70).

• Με τη σειρά της, τώρα, η επιστήμη της Γεωμετρίας γίνεται υπόβαθρο νέων εφαρμοσμένων επιστημών, όπως της Οπτικής, της Γεωγραφίας, της Αστρονομίας αλλά και της Στατικής.

• Άλλο ένα παράδειγμα διαλεκτικής σχέσεως ανάμεσα στην Επιστήμη και την Τεχνολογία στην Αρχαία Ελλάδα ήταν η μουσική τεχνική: η εμπειρική κλίμακα ήχων μετατρέπεται σε κλίμακα αντίστοιχων αριθμών από τον Πυθαγόρα. Και, τότε, η κατασκευή μουσικών οργάνων γίνεται ευχερέστατη.

3. ΗΤΑΝ Ο ΠΛΑΤΩΝ ΑΝΤΙ-ΤΕΧΝΙΚΟΣ;

Πρέπει πάντως να παρατηρηθεί ότι αυτή η ευφορία δεν θα συνεχισθεί κατά τους κλασικούς χρόνους. Τούτο όμως καθόλου δεν σημαίνει ότι οι Αθηναίοι της κλασικής εποχής ήσαν «αντίθετοι» προς την τεχνολογία-το αργυροφόρο Λαύριον, η προωθημένη ναυπηγική των τριήρων και τα υδραυλικά έργα στις αθηναϊκές κτήσεις καλά κρατούσαν. Ο Πλάτων είναι ίσως ένα πρόσωπο χαρακτηριστικό της εποχής. Αν θεωρήσουμε τον Πλάτωνα ως εκπρόσωπο μιας κατεξοχίην «θεωρητικής» στάσεως επί των ανθρωπίνων, θα ήταν σκόπιμο να εξετάσουμε και την (μάλλον παρεξηγημένη) στάση-του απέναντι στην Τεχνολογία.

Ακούστε τον (Πολιτεία 600, α) πώς χαρακτηρίζει τον Γεωμέτρη Θαλήν τον Μιλήσιο: «Αλλ' οία δη εις τα έργα σοφού ανδρός πολλά επίνοιαι και ευμήχανοι εις τέχνας ή τινάς άλλας πράξεις λέγονται ώσπερ αυ Θάλεώ τε περί του Μιλησίου». Θυμηθείτε δε ότι αυτός ο επιστήμονας, είχε κατασκευάσει το μεγάλο υδραυλικό έργο του Άλιος ποταμού. Ακολουθώντας τον Bertrand Gille (1980), θα υποστηρίξω αμέσως ότι, ήδη απ' τον 6ο προς τον 5ο αι. είχε κλείσει το κύκλωμα Τεχνική - Επιστήμη - Τεχνική: Ανέκαθεν λ.χ.

υπήρχε κάποια πρακτική χαράξεως για τα σύνορα των ιδιοκτησιών ή για τις γραμμές των οδών - απ' την εποχή των Αιγυπτίων τουλάχιστον. Ετούτον τον καιρό όμως, κάτι άλλο, κάτι πρωτόφαντο γεννιέται στην Ιωνία: Δεν χρειάζεται πια να μετακινούν τους πασσάλους πάνω στο έδαφος και να βρίσκουν το επιθυμητό εμβαδό διά διαδοχικών προσεγγίσεων (και συναινέσεων). Χάρης σε μια αφαίρεση απ' το είδος προς το γένος, διαθέτουν κανόνες γενικής ισχύος - βασισμένους σε καθαρά διανοητικές «αποδείξεις». Η Επιστήμη της Γεωμετρίας είχε γεννηθή! Και πήρε γρήγορα μιαν απίστευτη ανάπτυξη.

Ίδού λοιπόν που μια «Τεχνική της Γεωμετρίας» μετεξελίχθηκε στην «Επιστήμη της Γεωμετρίας». Ο ίδιος ο Θαλής ασχολήθηκε με το πρόβλημα της μετρήσεως της αποστάσεως ανάμεσα σε δυο απρόσιτα σημεία - πρόβλημα βασικό σε τεχνικά έργα, αλλά και για την ανάπτυξη της Γεωγραφίας. Μιας Γεωγραφίας που ευτύχησε στα χέρια του Αναξίμανδρου, μαθητή ακριβώς του Θαλή. Η Αριθμητική, βεβαίως, βρισκόταν κάτω από κάθε επίτευμα ακόμα και στη Γεωγραφία, μέσω της Αστρονομίας. Εδώ έχομε σύμμαχο τον Πλάτωνα (Φίληβος, 55E) «Όταν πασών τεχνών αν τις αριθμητικήν χωρίζη και μετρητικήν και στατικήν, φαύλον το καταλειπόμενον εκάστης αν γίγνοιτο». Αυτός λοιπόν ο υμέναιος Επιστήμης και Τεχνικής ήταν βασικής σημασίας, γεγονός το οποίο συνέβαλε ίσως και στην αλλαγή νοοτροπίας των θεωρητικών Επιστημόνων της Ελλάδος: Έτσι ο πολύς Αρχύτας επέτυχε μια «μηχανική» (ας την πούμε) λύση για το άλυτο πρόβλημα του διπλασιασμού του κύβου. Η λύση βρίσκεται δι' αλληλοτομίας κώνου, ημικυλίνδρου και της εκ περιστροφής επιφανείας σπειροειδούς δακτυλίου. Προσοχή δε: Η λύση δεν ήταν καθόλου εμπειρική αντιθέτως, στηριζόταν στη γνώση των εξισώσεων τριών επιφανειών εκ περιστροφής. Απαιτούσε όμως να γίνη κάτι και *με τα χέρια*: Να πάρης στα χέρια-σου τις τρεις επιφάνειες, και να μετρήσεις τις αποστάσεις των σημείων της τριπλής-των αλληλοτομίας.

Κι εδώ ακριβώς σηκώνεται ο Πλάτων και, παρά τη μεγάλη-του προς Αρχύταν φιλίαν (την ίδια-του τη ζωή χρωστούσε ο Πλάτων στον Αρχύτα), παρά ταύτα, λέει (Πλούταρχος, Συμποσιακά προβλήματα, 8/2): «Απόλλυσθαι γαρ ούτω και διαφθείρεσθαι το γεωμετρίας αγαθόν, αύθις επί τα αισθητά παλινδρομούσης». Ετούτη η τελευταία πλατωνική ένσταση είναι κι η σημαντικότερη.

Επιτρέψτε-μου μια παραφρασμένη επαναπαρουσίαση: Τρομάξαμε, σου λέει, να βγάλωμε τη Γεωμετρία απ' το εμπειρικοπρακτικό-της στάδιο («τα αισθητά») κάνοντάς-την έλλογον επιστήμην, θα την ξανακυλήσωμε τώρα προς τα κεί με τις μηχανικές-σας κατασκευές;». Και καταρχήν, ποιός μπορεί να τον αδικήσει γι' αυτήν την εύλογη ανησυχία; Άρα, απ' αυτήν την άποψη, ο Πλάτων δεν ελέγχεται ως αντιτεχνικός αλλ' ως καθαρολόγος επιστήμων. Απλώς δεν μπόρεσε να συλλάβη τα σημάδια των καιρών. Διότι, απ' την άλλη μεριά, πώς να μη θαυμάζεις τον Αρχύτα καθώς μας οδηγεί στη γένεση ενός νέου πνεύματος θα έλεγα «υβριδικού»: *Επιστήμη και Τεχνική* μαζί (χωρίς ακραίες προκαταλήψεις) ας δώσουν τις λύσεις που χρειαζόμαστε για οποιοδήποτε πρόβλημα. Με το ίδιο πνεύμα άλλωστε, ο μέγας εκείνος Ταραντινός (ο Leonardo da Vinci του 4ου αι. π.Χ.), ο μαθηματικός, μηχανικός, φιλόσοφος, πολιτικός, κι επτά φορές στρατηγός, ο Αρχύτας, πραγματώνει τα τρία γνωστά γένη της μουσικής (το εναρμόνιον, το χρωματικόν και το διατονικόν), δίνοντας μαθηματικές οδηγίες για τις κατάλληλες διαιρέσεις των τετραχόρδων πάνω στον φθόγγο «δε» (fa).

Αν μάλιστα είχε σωθή το «περί μηχανής» σύγγραμμά-του, θα μπορούσαμε ίσως να θεωρούμε τον Αρχύτα εφευρέτη της *πηγικής μηχανής*. Ο Gellius (10.12.5) την περιγράφει: Ξύλινο περιστέρι, που πετούσε μέσω ενός συνδυασμού ελατηρίων και πεπιεσμένου αέρος.

(Κάνει ίσως εντύπωση που αυτός ο πολύς Αρχύτας, ουδέποτε φέρεται ως εφευρέτης πολεμικής μηχανής: Δεν ήταν επί ματαίω Πυθαγόρειος...)

4. ANTI ΓΙΑ ΕΠΙΛΟΓΟ

Υπενθυμίσαμε νομίζω τη διαλεκτική σχέση, την επαυξητική συνέπεια και τους ιστορικούς συσχετισμούς ανάμεσα στην Επιστήμη και την Τεχνολογία στην Αρχαία Ελλάδα, (με το διάλειμμα έστω των κλασικών Αθηνών). Ο οξυδερκέστατος Βιτρούβιος

θα δώσει έμφαση σ' αυτό το ίδιο (το κατεξοχήν Ελληνικό) φαινόμενο, λέγοντας (I,1.17): «Ο Αρίσταρχος, ο Φιλόλαος, ο Αρχύτας, ο Απολλώνιος, ο Ερατοσθένης, ο Αρχιμήδης και ο Σκοπίνας, κληροδότησαν στις επόμενες γενεές πολλές μηχανές, οι οποίες επινοήθηκαν και κατασκευάστηκαν με βάση τους αριθμούς και τους φυσικούς νόμους». Με την Επιστήμη δηλαδή...

Κλείνοντας, δικαιούται ίσως κανείς ν' αναφερθή και στην «αποθετική» πλευρά του ζητήματος: Όταν η ελληνική επιστήμη έπαυσε να αρδεύει την Τεχνολογία, όταν το «εθνικό ίδρυμα ερευνών» (το Μουσείο της Αλεξάνδρειας) έπαυσε να λειτουργή, κι όταν κατακάηκε η Βιβλιοθήκη-της, το έξοχο ρωμαϊκό πρακτικό πνεύμα δεν μπόρεσε να δώσει στην ανθρωπότητα παρά μια μεγέθυνση μόνον της Τεχνολογίας. Μεγέθυνση σπουδαία, όχι όμως καινοτομία. Γι' αυτό άλλωστε και τα βιβλία του Ήρωνος θα εκδίδονται συνεχώς στη Δύση μέχρι και τον 16ο αιώνα: Ίσως γιατί μόνον τότε η αναγεννώμενη Επιστήμη θα ξανασυναντήσει την Τεχνολογία για να την οδηγήσει στην βιομηχανική Επανάσταση.

SUMMARY

TECHNOLOGY AND SCIENCE RELATIONSHIP IN ANCIENT GREECE

Th. P. TASSIOS

In a preamble, a brief description is given of the generation and the basic characteristics of the Technological process. Subsequently, the «Knowledge» needed for the production of goods is categorised as follows: (i) Empeirical, (ii) empeirical broadened via trials and experimentation, (iii) enlightened by means of some systematic knowledge of physical phenomena - by means of an application of the scientific method that is.

After the 6th century BCE, a gradual infiltration of scientific thinking into technology may be observed. This was for instance the case of Geometry offering services to Engineering, Optics, Geography and Astronomy. Technology, in its turn, reciprocates by offering to Science a series of measuring instruments. This was the fruitful and mutually beneficial relationship Science -----> Technology -----> Science in the ancient greek world, (with the exception perhaps of the Athenian golden age where Technology was serving society, but without any further broadening). The paper continues with the emblematic case of Plato who was wrongly considered as being anti-technological minded. The case of his opposition to Archytas, is proved to be of epistemological rather sociological nature.

The paper concludes with the opinion of Vitruvius that a lot of Greeks have inherited to future generations several machines based on «calculus» and «physical laws»; an opinion which proves the happy marriage of science and technology in ancient Greece.