



**DONALD CARDWELL**

# Ιστορία της Τεχνολογίας

Επιστημονική επιμέλεια – Εισαγωγή **ΤΕΛΗΣ ΤΥΜΠΑΣ**



**ΜΕΤΑΙΧΜΙΟ** 

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ</b>	11
<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b>	17
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΩΝ</b>	21
<b>Μέρος Πρώτο</b> ΡΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΧΡΙΣΤΙΑΝΙΣΜΟΣ	
<b>1. Εισαγωγή</b>	25
<i>Μια Επισκόπηση των Πρώιμων Τεχνικών</i>	36
<b>2. Γρανάζια από τους Έλληνες</b>	43
<i>Η Κυριαρχία της Ελλάδας</i>	45
<i>Τεχνικές της Αρχαιότητας</i>	48
<i>Το Ζήτημα της Δουλείας</i>	50
<i>Η Τεχνολογία Μεταφέρεται Δυτικά και Βόρεια</i>	53
<i>Το Ρολόι με Βαρίδι</i>	61
<b>3. Νέοι Κόσμοι και Πληροφοριακή Επανάσταση</b>	74
<i>Τεχνολογία και Κατανόηση</i>	95
<b>4. Η Επιστημονική Επανάσταση</b>	102
<i>Η Σημασία του Γαλιλαίου</i>	110
<i>Η Άνοδος της Δυτικής Ευρώπης</i>	119
<b>Μέρος Δεύτερο</b> Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ	
<b>5. Αιτία και Βελτίωση</b>	133
<i>Η Θεμελίωση της Ενεργειακής Τεχνολογίας</i>	142
<i>Η Πρώτη Λειτουργική Ατμομηχανή</i>	145
<i>Άλλα Θέματα</i>	155
<b>6. Πρόοδος στην Πράξη</b>	158
<i>Η Κλωστοϋφαντουργική Βιομηχανία</i>	171
<i>Η Βιομηχανία Σιδήρου</i>	178

<b>7. Η Γέννηση του Εργοστασίου</b>	184
<i>Ο James Watt και οι Συνάδελφοί του</i>	188
<i>Κατασκευές</i>	201
<b>8. Η Τεχνολογία καθίσταται Αυτόνομη: Η Λογική της Βελτίωσης</b>	212
<b>9. Η Ναπολεόντεια Ευρώπη</b>	238
<i>Μια Νέα Μορφή Ηλεκτρισμού</i>	257
<b>10. Οδοί, Σιδηρόδρομοι και μια Νέα Φιλοσοφία περί Ενέργειας</b>	265
<i>Μια Νέα Τεχνολογία και μια Νέα Επιστήμη</i>	275
<i>Η Τελειοποίηση της Υδάτινης Ενέργειας</i>	284
<i>Τα Πρώτα Βήματα της Ηλεκτροτεχνολογίας</i>	286
<b>11. Το Δημόσιο Πρόσωπο της Τεχνολογίας: Καλλιτεχνία και Ευφυΐα</b>	292
<i>Η Πρόσδος της Ναυπηγικής</i>	300
<i>Επιστήμη του Πολιτικού Μηχανικού και Γεωργία</i>	305
<i>Κάποιες Κοινωνιολογικές Θεωρήσεις</i>	311

### **Μέρος Τρίτο** ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΧΩΡΙΣ ΤΡΟΧΟΥΣ

<b>12. Πρόσδος στον Κατάλληλο Χρόνο</b>	321
<i>Διεθνείς Εκθέσεις και Διεθνείς Συγκρίσεις</i>	323
<i>Η Υδάτινη Ενέργεια στις Ηνωμένες Πολιτείες</i>	334
<i>Μια Νέα Μορφή Χημικής Βιομηχανίας</i>	338
<b>13. Τρεις Δεκαετίες Καινοτομίας</b>	347
<i>Επιστήμη και Ατμομηχανή</i>	355
<i>Η Εφεύρεση του Δυναμού</i>	360
<i>Το Ενεργειακό Ζήτημα</i>	362
<i>Επιστήμη, Τεχνολογία και Ιατρική</i>	374
<b>14. Μια Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση</b>	377
<i>Νέες Πηγές Ενέργειας</i>	381
<i>Η Άνοδος της Βιομηχανίας Παροχής Ηλεκτρισμού</i>	392
<i>Η Αποδοτικότητα των Θερμικών Μηχανών</i>	404

<b>15. Ο Αιώνας των Πολέμων</b>	409
<i>Μια Επανάσταση στις Μεταφορές</i>	412
<i>Η Προέλευση των Ηλεκτρονικών Επικοινωνιών</i>	418
<i>Η Σημασία του Ηλεκτρονίου</i>	427
<i>Τα Πρώτα Αεροπλάνα</i>	431
<i>Η Επίδραση του Πολέμου</i>	436
<b>16. Υποδειγματικές Περιπτώσεις</b>	442
<i>Πολιτική Αεροπορία</i>	454
<i>Ο Κινητήρας Αεριώθησης</i>	461
<i>Νέα Υλικά από τη Χημεία</i>	466
<i>Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές</i>	469
<b>17. Σκιαγραφώντας το Μέλλον: Μεγάλη Τεχνολογία</b>	474
<i>Άτομα και Ενέργεια</i>	487
<b>18. Η Τεχνολογία και το Άτομο: Μικρή Τεχνολογία</b>	508
<i>Η Μεταβίβαση της Τεχνολογίας</i>	510
<i>Οικιακή Τεχνολογία</i>	512
<i>Η Προέλευση του Σύγχρονου Υπολογιστή</i>	519
<b>19. Σημειώσεις περί Φιλοσοφίας της Τεχνολογίας</b>	539
<i>Ανακεφαλαίωση</i>	539
<i>Οι Διεργασίες της Τεχνολογίας</i>	542
<i>Προς Υπεράσπιση των Ηρώων</i>	550
<i>Παράγοντες της Προόδου της Τεχνολογίας</i>	555
<i>Η Κοινή Αντίληψη περί Τεχνολογίας</i>	562
<i>Η Τεχνολογία στον Κόσμο</i>	565
<b>ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ</b>	569
<b>ΕΠΙΛΟΓΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ</b>	593
<b>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΝΟΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΟΡΩΝ</b>	595

## 4

### Η ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ

ΤΟ ΜΕΓΑΛΟ ΕΠΙΤΕΥΓΜΑ ΤΟΥ ΑΓΙΟΥ ΘΩΜΑ ΑΚΙΝΑΤΗ ήταν ότι συμβίβασε την αριστοτέλεια φιλοσοφία με τα δόγματα της Καθολικής Εκκλησίας. Οι Προτεστάντες, όπως ο Pierre de la Ramée, ή Petrus Ramus, είχαν επομένως ένα λόγο να απορρίπτουν την αριστοτέλεια φιλοσοφία. Επιπλέον, η αυξανόμενη γνώση των αρχαίων διδασχών πρέπει να οδήγησε αναπόφευκτα σε συνειδητοποίηση της ανωτερότητας της σύγχρονης πραγματολογικής γνώσης και της τεράστιας ανωτερότητας των σύγχρονων τεχνικών· το πυροβολικό του 16ου αιώνα θα μπορούσε να δώσει τέλος στην πολιορκία της Τροίας μέσα σε λίγες μόνο εβδομάδες! Σε ένα άλλο επίπεδο, η ανανεωμένη ζωτικότητα του Ρωμαϊκού δικαίου (το οποίο ποτέ δεν έπαψε να υφίσταται) στη μεσαιωνική Ευρώπη υπέβαλε, αργά ή γρήγορα, την ιδέα της πρόοδου. Ο Maine επισημαίνει ότι οι δύο κίνδυνοι που αντιμετωπίζουν στα πρώτα τους βήματα ο νόμος και η πολιτισμένη κοινωνία, η οποία διαρθρώνεται με βάση το νόμο, είναι η πρόωρα επικριτική διανόηση, όπως αναπτύχθηκε στην αρχαία Ελλάδα, και η στενή συνταύτιση με τη θρησκεία. Η τελευταία, γράφει, «έχει παγιδεύσει τις μάζες της ανθρώπινης φυλής σε αντιλήψεις περί ζωής και συμπεριφοράς που καλλιεργήθηκαν τότε που τα ήθη τους παγιώθηκαν στην πρώτη συστηματική μορφή τους». Διαχωρίζοντας εκτεταμένους τομείς δραστηριότητας και εμπειρίας οι οποίοι, κατά συνέπεια, δεν υπάγονταν σε θρησκευτική απαγόρευση, και παρέχοντας ταυτόχρονα στο άτομο τα πιθανά οφέλη της μονοθεϊστικής θρησκείας, η αναβίωση του Ρωμαϊκού δικαίου διευκόλυνε ίσως αρκετά την ανάπτυξη της επιστήμης και των τεχνικών στη διάρκεια των τελευταίων τετρακοσίων χρόνων.

Ο Francis Bacon<sup>1</sup>, λόρδος του Verulam και αργότερα υποκόμης του St Albans (1561-1626), ήταν ένας ικανός νομικός και επιδέξιος αυλικός, ο οποίος

έφτασε στο αξίωμα του Λόρδου Καγκελάριου της Αγγλίας το 1618. Τέσσερα χρόνια αργότερα βρέθηκε ένοχος αποδοχής δωροδοκιών, οδηγήθηκε σε έκπτωση από το αξίωμά του, αποκλείστηκε από τα δικαστήρια και υποβλήθηκε σε καταβολή μεγάλου προστίμου, αν και, όπως φαίνεται, το πρόστιμο τελικά δεν απαιτήθηκε. Οι λεπτομέρειες της σταδιοδρομίας του υποδηλώνουν ότι επρόκειτο για άνθρωπο αδίστακτα φιλόδοξο, χωρίς κανέναν ηθικό ενδοιασμό, ο οποίος είχε στο ενεργητικό του και προδοσία φίλου και ευεργέτη του. Υπήρχε όμως και μια άλλη, εντελώς διαφορετική πλευρά του Francis Bacon. Ήταν επίσης ένας εξαιρετικά ένθερμος υποστηρικτής και προφήτης της τεχνολογίας. Ήταν ο πρώτος που κατέθεσε ένα εκτεταμένο πρόγραμμα για την επιστήμη και την τεχνολογία και, από την άποψη αυτή, η επιρροή του επεκτάθηκε σε όλη την πολιτισμένη Ευρώπη.

Πέρα από μια σύντομη άθιση της διανόησης στα χρόνια των λογίων του Μεσαίωνα Occam, Grosseteste και Bradwardine, η Βρετανία είχε περιορισμένη συνεισφορά στην πρόοδο του πολιτισμού, η οποία ήταν επικεντρωμένη ιδιαίτερα στην Ιταλία και τη Γερμανία. Η Βρετανία ήταν χώρα πολεμιστών βασιλιάδων και ανυπότακτων ευγενών και όχι χώρα καλλιτεχνών, συγγραφέων, χειροτεχνών και εφευρετών. Στα τέλη του 16ου αιώνα όμως, η κατάσταση άλλαξε ολοκληρωτικά. Η εποχή του Σαίξπηρ δεν χρειάζεται υπεράσπιση και ο Bacon ανήκε σε αυτή την εποχή. Μόνο εικασίες μπορούν να γίνουν αναφορικά με τα γεγονότα που ώθησαν στη βρετανική Αναγέννηση. Η ραγδαία επέκταση των υπερπόντιων εξερευνήσεων και οι τεράστιες δυνατότητες τις οποίες αυτές πρόσφεραν έπαιξαν οπωσδήποτε κάποιο ρόλο. Αναμφίβολα, η ανακάλυψη του κόσμου επηρέασε αρκετά τον Bacon. Επίσης, εντυπωσιάστηκε ιδιαίτερα από τα γερμανικά επιτεύγματα, όπως αυτά περιγράφονταν, για παράδειγμα, στο *De re metallica* του Agricola. Αυτά, με τη σειρά τους, επηρέασαν το πρόγραμμά του για αποκατάσταση και αναζωογόνηση των τεχνικών και της μάθησης, όπως διατυπώθηκε στο έργο του *Instauratio magna* και όπως προβάλλεται τόσο πειστικά στα βιβλία που εξέδωσε από το 1605 μέχρι το μεταθανάτιο *New Atlantis*.

Οι φιλοδοξίες του Bacon αφορούν ολόκληρο το ανθρώπινο γένος. Ελπίζει ότι οι δυνατότητες της ανθρωπότητας, που τόσο πολύ είχαν εξα-

σθενήσει μετά τη Βιβλική Πτώση, μπορούν σε μεγάλο βαθμό να ανακτηθούν. Η γνώμη του για τους κατ' έθιμον σεβαστούς αρχαίους Έλληνες δεν είναι ιδιαίτερα καλή. Απορρίπτει τη γνώση τους ως περιοριζόμενη στο λόγο και στείρα· δεν είχαν αξιόλογη ιστορία, παρά μόνο μύθους και θρύλους· γνώριζαν ένα μικρό μόνο μέρος του κόσμου, έχοντας άγνοια για την Αφρική νότια της Αιθιοπίας και για την Ασία ανατολικά του Γάγγη, ενώ αγνοούσαν πλήρως την ύπαρξη του Νέου Κόσμου. Ο Bacon υποστηρίζει, λοιπόν, ότι ο υπέρμετρος σεβασμός στην αρχαιότητα οπωσδήποτε παρακωλύει την πρόοδο της επιστήμης και τονίζει τη σημασία των νεότερων ανακαλύψεων:

[...] με τους μακρινούς διάπλους και τα ταξίδια που έχουν πλέον γίνει τόσο διαδεδομένα στον καιρό μας, πολλά πράγματα στη φύση έχουν παρατηρηθεί και ανακαλυφθεί, τα οποία μπορούν να δώσουν νέα ζωή στη φιλοσοφία. Και ασφαλώς θα αποτελούσε εξευτελισμό αν, ενώ ολόκληρες περιοχές του υλικού κόσμου –δηλαδή της γης, της θάλασσας και των άστρων– έχουν ανοίξει διάπλατα και έχουν αποκαλυφθεί πλήρως στην εποχή μας, ο κόσμος της διανόησης παραμένει κλειστός μέσα στα στενά όρια των παλαιών ανακαλύψεων.

Ισχυρίζεται ότι υπάρχουν τέσσερα μεγάλα εμπόδια στην πρόοδο της επιστήμης και των τεχνικών. Αυτά τα προσδιορίζει ως Είδωλα της Φυλής, του Άντρου ή Σπηλαίου, του Θεάτρου και της Αγοράς. Τα Είδωλα της Φυλής είναι οι ψυχολογικοί και φυσικοί περιορισμοί της ανθρωπότητας. Η τάση, για παράδειγμα, που έχουν οι άνθρωποι να αναζητούν υπεραπλουστευμένες ερμηνείες και να προτείνουν επιφανειακές γενικεύσεις. Έτσι δυσχεραίνονται οι προσπάθειές τους να κατανοήσουν και να ελέγξουν τη Φύση. Τα Είδωλα του Σπηλαίου περιλαμβάνουν τους περιορισμούς που επιβάλλει στους ανθρώπους η παιδείά τους και η κοινωνία στην οποία ανήκουν. Τα Είδωλα του Θεάτρου είναι τα μεγάλα εκείνα συστήματα διανόησης –ο μεσαιωνικός αριστοτελισμός αποτελεί ένα καλό παράδειγμα– τα οποία ελέγχουν και περιχαρακώνουν τις σκέψεις μας. Τέλος, τα Είδωλα της Αγοράς είναι οι ασάφειες και οι δυσκολίες που προέρχονται από τη φύση των λέξεων και των γλωσσών τις οποίες πρέπει να χρησιμοποιούμε για να επικοινωνούμε ο ένας με τον άλλο.

Αυτά τα τέσσερα Είδηλα συνιστούν ουσιαστικά το περιοριστικό πλαίσιο μέσα στο οποίο ασκείται η εφεύρεση, η δημιουργία και η ανακάλυψη. Σε επίπεδα λειτουργικών επιστημονικών μεθόδων, ο Bacon απορρίπτει την αριστοτέλεια επαγωγή ως ευαπόδεικτα άκαρπη. Στη θέση της προτείνει μια βελτιωμένη επαγωγική μέθοδο, η οποία φέρει την έντονη σφραγίδα της εμπειρίας του ως νομικού. Ο ερευνητής ο οποίος μελετά ένα φυσικό φαινόμενο λαμβάνει όλα τα στοιχεία που αφορούν την εμφάνιση του φαινομένου και κατόπιν όλα τα στοιχεία που βασίζονται στην περίπτωση μη εμφάνισής του ενώ λογικά θα ήταν αναμενόμενο. Θα πρέπει κατόπιν να συνοψίσει προσεκτικά τα στοιχεία που διαθέτει και για τις δύο περιπτώσεις, ώστε να αποκαλυφθεί ο σημαντικός αιτιώδης παράγοντας. Ο Bacon υποστηρίζει ότι η διαδικασία αυτή δεν απαιτεί κάποιο εξαιρετικό ταλέντο ή δημιουργικότητα.

Με την πρόοδο της γνώσης θα προκύψουν νέες ευκαιρίες για επινόηση. Οι νέες ανακαλύψεις μπορούν να οδηγήσουν σε εφευρέσεις οι οποίες διαφορετικά θα ήταν ασύλληπτες ή θα θεωρούνταν γελοιότητες ως ανέφικτες<sup>2</sup>:

Αν, για παράδειγμα, πριν από την εφεύρεση του κανονιού κάποιος περιέγραφε τα αποτελέσματά του ως εξής: υπάρχει μια νέα εφεύρεση με την οποία τα τείχη και οι ισχυρότεροι προμαχώνες μπορούν να κλονιστούν και να γκρεμιστούν από μεγάλη απόσταση, τότε οι άνθρωποι θα είχαν αρχίσει να μηχανεύονται διάφορους τρόπους αύξησης της βλητικής δύναμης, μηχανές με βάρη και τροχούς και άλλους τρόπους πολιορκίας και εκτόξευσης βλημάτων. Θα ήταν όμως απίθανο ακόμα και για την πλέον απογειωμένη φαντασία να συλλάβει μια πύρινη έκρηξη που εκδηλώνεται και επεκτείνεται τόσο ξαφνικά και βίαια, επειδή κανείς δεν είχε δει ποτέ κάτι παρόμοιο ή κάτι που να του μοιάζει στο ελάχιστο. Εκτός ίσως στους κεραυνούς και τους σεισμούς, οι οποίοι όμως θα είχαν απορριφθεί αμέσως ως επεμβάσεις της φύσης που είναι αδύνατον να αναπαραχθούν από τον άνθρωπο.

Κατά τον ίδιο τρόπο, υποστηρίζει ο Bacon, κανένας άνθρωπος του οποίου οι γνώσεις περί υφαντικών νημάτων περιορίζονται σε εκείνες που προέρχονται από ζωικό τρίχωμα ή φυτικές ίνες δεν θα μπορούσε να φανταστεί τις μεταξωτές κλωστές, οι οποίες παράγονται σε τόση αφθονία



από τους μεταξοσκώληκες· ούτε κάποιος αδαής περί των αξιοθαύμαστων ιδιοτήτων του μαγνητίτη θα μπορούσε να διανοηθεί τη ναυτική πυξίδα. Είναι πολύ πιθανό, λοιπόν, ότι πολλά πράγματα που δεν έχουν ακόμη ανακαλυφθεί και βρίσκονται πέρα από την τωρινή φαντασία μας μπορεί να έρθουν στο φως και να προσφέρουν έτσι το έδαφος για νέες και πολύ ριζοσπαστικές εφευρέσεις. Μια σημαντική επίπτωση αυτού, την οποία ο Bacon αναγνωρίζει απόλυτα, είναι ότι συχνά έχουν γίνει σπουδαίες εφευρέσεις από τομείς εκτός των ενδιαφερόντων της τεχνολογίας. Για παράδειγμα, οι στρατιωτικοί και οι μηχανικοί πολιορκητικών μηχανών της αρχαιότητας δεν θα μπορούσαν ποτέ να έχουν εφεύρει το κανόνι μέσα από τις βάσεις της συγκεκριμένης ειδικότητάς τους. Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν και εφευρέσεις οι οποίες, αντίθετα από το κανόνι, το μετάξι και τη ναυτική πυξίδα, δεν φαίνονται να εξαρτήθηκαν από τη γνώση των επιστημονικών ιδιοτήτων των πραγμάτων. Πολλά από τα είδη καθημερινής χρήσης εμπίπτουν στην κατηγορία αυτή και ακόμα και η τεράστια σημασία εφεύρεση της τυπογραφίας «δεν περιέχει κάποια κατασκευή που να μην ήταν τουλάχιστον ευδιάκριτη και σχεδόν προφανής».

Ο Bacon, δηλαδή, κάνει μια διάκριση ανάμεσα στις επιστημονικές βάσεις εφευρέσεις και στις λεγόμενες εμπειρικές εφευρέσεις. Οι τελευταίες εξαρτώνται από την πρόοδο της γνώσης και μπορούν να επιτευχθούν όταν, φερειπείν, γίνουν πλήρως κατανοητές οι εκρηκτικές ιδιότητες της πυρίτιδας, οι μαγνητικές ιδιότητες του μαγνητίτη ή ο κύκλος ζωής του μεταξοσκώληκα. Φυσικά, αυτό υποδηλώνει μια στοιχειώδη έννοια επιστήμης, όχι όμως στο βαθμό που η σημερινή αντίληψη ερμηνεύει την επιστήμη ως ένα πλήθος εξεζητημένων γενικών γνώσεων. Παρ' όλα αυτά, η διάκριση μεταξύ επιστημονικής και εμπειρικής εφεύρεσης φαίνεται να ευσταθεί αρκετά. Στην πρώτη κατηγορία θα μπορούσαμε σήμερα να κατατάξουμε τον αεριοστρόβιλο, τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, τα πλαστικά, την τηλεόραση, τα αντιβιοτικά και τις συσκευές ιατρικής σάρωσης. Αν και θα μπορούσε να αμφισβητηθεί η υπεραπλουστευμένη κατάσταση του τυπογραφικού πιεστηρίου από τον Bacon, στη δεύτερη κατηγορία μπορούμε να κατατάξουμε πράγματα όπως το συρματόπλεγμα, το φερμουάρ, τη ραπτομηχανή, τη χορτοκοπτική μηχανή και την περι-

στρεφόμενη πόρτα. Από όλες τις εφευρέσεις που αναφέρει ο Bacon τρεις φαίνεται ότι έχουν ιδιαίτερη σημασία:

Θα πρέπει και πάλι να τονιστεί ιδιαίτερα η δύναμη, η επίδραση και η αξία κάποιων εφευρέσεων, χαρακτηριστικά ιδιαίτερα εμφανή σε τρεις εφευρέσεις που ήταν άγνωστες στους αρχαίους. Πρόκειται για την τυπογραφία, τα πυροβόλα όπλα και την πυξίδα. Γιατί αυτές οι τρεις εφευρέσεις έχουν αλλάξει την εμφάνιση και την κατάσταση όλου του κόσμου. Πρώτα στα γράμματα, στη συνέχεια στον πόλεμο και τέλος στη ναυσιπλοΐα. Και έχουν προέλθει έκτοτε αναρίθμητες αλλαγές, έτσι ώστε καμιά αυτοκρατορία, δόγμα ή άστρο δεν φαίνεται να έχει ασκήσει μεγαλύτερη δύναμη και επιρροή στις ανθρώπινες σχέσεις από όσο αυτές οι τρεις μηχανικές ανακαλύψεις.

Θα πρέπει πιθανώς να διακρίνουμε επίσης και τρία είδη και βαθμούς φιλοδοξίας. Πρώτα, αυτή των ανθρώπων οι οποίοι επιδιώκουν να διευρύνουν την ίδια τους την εξουσία μέσα στη χώρα τους, και οι οποίοι αποτελούν χυδαίο και εκφυλισμένο είδος. Κατόπιν, αυτή των ανθρώπων που αγωνίζονται για να διευρύνουν την εξουσία και την αυτοκρατορία της χώρας τους επί της ανθρωπότητας, οι οποίοι είναι περισσότερο αξιοπρεπείς αλλά όχι λιγότερο πλεονέκτες. Αν, όμως, κάποιος επιδιώκει να αναεώσει και να διευρύνει την εξουσία και την αυτοκρατορία ολόκληρου του ανθρώπινου γένους επί του σύμπαντος, η φιλοδοξία του αυτή (αν μπορεί να χαρακτηριστεί έτσι) είναι πολύ περισσότερο υγιής αλλά και ευγενική σε σχέση με τις άλλες δύο. Σήμερα η αυτοκρατορία του ανθρώπου επί των πραγμάτων είναι βασισμένη μόνο στις τέχνες και τις επιστήμες, επειδή η φύση μπορεί να εξουσιαστεί μόνο υπακούοντάς την.

Οι τελευταίες λέξεις πρέπει να σημειωθούν.

Ο Bacon διατύπωσε μια εφαρμόσιμη και λογική κατάταξη των εφευρέσεων καθώς και μια γενναιόδωρη και πραγματικά διεθνή ιδεολογία περί της προόδου της επιστήμης και των τεχνικών. Παρατηρεί ότι: «Η αληθινή και θεμιτή επιδίωξη των επιστημών δεν είναι άλλη από το να προικίσουν την ανθρώπινη ζωή με νέες ανακαλύψεις και ικανότητες» (*Novum organum*). Επίσης, στο μεταθανάτιο *New Atlantis*, προτείνει μια συγκεκριμένη οργάνωση για την πρόοδο των τεχνικών. Στην ουτοπία που περιέγραψε προβλέπεται ένα ίδρυμα που ονομάζεται Οίκος του Σολομώντα, σκοπός του

οποίου είναι να πραγματώσει τους στόχους που είχε περιγράψει στα προηγούμενα βιβλία του:

Όσον αφορά τις πολυάριθμες εργασίες και τα καθήκοντα των συνεργατών μας: έχουμε δώδεκα συνεργάτες οι οποίοι ταξιδεύουν σε ξένες χώρες, αποκρύπτοντας την εθνικότητά τους και φερόμενοι ότι προέρχονται από άλλα έθνη, οι οποίοι μας φέρνουν τα βιβλία, τις συνόψεις και τα πρότυπα των πειραμάτων από όλα τα άλλα μέρη του κόσμου. Τους αποκαλούμε εμπόρους του φωτός.

Έχουμε τρεις οι οποίοι συλλέγουν πειράματα τα οποία περιγράφονται σε όλα τα βιβλία. Αυτούς τους αποκαλούμε λαφυραγωγούς.

Η απαρίθμηση συνεχίζεται με άλλους δεκαοκτώ έμμισθους συνεργάτες, των οποίων τα καθήκοντα περιλαμβάνουν πειραματικές έρευνες, ανάλυση των αποτελεσμάτων και χρησιμοποίηση των αποκτηθεισών γνώσεων για περαιτέρω πρακτικές εφευρέσεις. Υπήρχαν ακόμα οι αρχάριοι και οι μαθητευόμενοι. Πέρα από τη γλώσσα, η οργάνωση αυτή χαρακτηρίζεται από σύγχρονο πνεύμα, σαν μια μεγάλη επιχείρηση που έχει δοσοληψίες με το εξωτερικό και τεχνικούς αντιπρόσωπους, με τμήμα έρευνας και ανάπτυξης και με στελέχη που διαμορφώνουν στρατηγικές. Ενδιαφέρον έχει το γεγονός ότι το καθήκον της μεγαλύτερης ομάδας των συνεργατών του Bacon ήταν να φέρουν χρήσιμες εφευρέσεις από το εξωτερικό. Αυτό, χωρίς αμφιβολία, αντικατοπτρίζει τη μη εξελίξιμη κατάσταση των τεχνικών στην Αγγλία εκείνης της εποχής.

Θα μπορούσε κανείς να προσάψει σε αυτή τη σύντομη αναφορά ότι παρουσιάζει μια συνολικά ιδιαίτερα ευνοϊκή ερμηνεία των ιδεών του Bacon και ότι έχουν επιλεγεί με όλη την εκ των υστέρων σοφία. Θεωρείται ότι ο Bacon παρέβλεψε τη χαρακτηριστικότερη τάση της διανόησης του 17ου αιώνα, που ήταν η εφαρμογή των μαθηματικών στην ερμηνεία της Φύσης: απέτυχε να κατανοήσει την αξία του Κοπέρνικου και περιφρόνησε το σημαντικό έργο του William Gilbert για τους μαγνήτες<sup>3</sup>: η αναθεωρημένη επαγωγική του μέθοδος δεν προοριζόταν να υιοθετηθεί από τους φυσικούς επιστήμονες, και, παρότι φάνηκε δύσπιστος απέναντι στην αλχημεία και την αστρολογία, θεωρούσε τη μαγεία ως αποκορύφωμα της ειδωλολατρίας.

Η γενική απάντηση στις επικρίσεις αυτές είναι ότι αναμφισβήτητα οι ιδέες και τα ιδεώδη του Bacon ενέπνευσαν τα στοιχεία εκείνα στη Βρετανία –κυρίως τους Σχισματικούς από την κρατική Εκκλησία της Αγγλίας αλλά και άλλους– τα οποία επρόκειτο να ηγηθούν στην τεχνική καινοτομία και να «κηρύξουν» την έναρξη της Βιομηχανικής Επανάστασης κατά τον επόμενο αιώνα. Στην κατηγορία ότι ο Bacon απέτυχε να αναγνωρίσει τη σημασία των μαθηματικών στη σύγχρονη επιστήμη, θα μπορούσε να αντιπαρατεθεί ότι η ιατρική, η χημεία, η σιδηροτεχνία, η γεωργία, η ποταμοπλοΐα, η μεταλλουργία αποτελούσαν μείζονος σημασίας μη μαθηματικές τέχνες και επιστήμες που ενδιέφεραν ιδιαίτερα τους οπαδούς του Bacon. Όσον αφορά τα υπόλοιπα, αρκεί ίσως να προσθέσουμε ότι μέχρι και τον 19ο αιώνα ήταν κοινά παραδεκτό –και δικαιολογημένο– ο λόρδος Bacon –όπως τον αποκαλούσαν συνήθως– να θεωρείται ως ένας από τους θεμελιωτές της νεότερης επιστήμης.

Ο Bacon δεν φαίνεται να έδειξε ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τις μηχανικές τεχνικές, γι' αυτό και παραλείπει το μηχανικό ρολόι από τη λίστα των επαναστατικών εφευρέσεων. Η φιλοσοφία του είναι βασικά *οργανική* και όχι μηχανική. Εξού και η διδαχή του ότι, αν θέλουμε να εξουσιάσουμε τη Φύση, πρέπει πρώτα να μάθουμε να υπακούμε σε αυτή είναι μια προτροπή που δείχνει να αντιτάσσεται στον μηχανικά διαρθρωμένο πολιτισμό μας. Οι μηχανικές λύσεις των προβλημάτων είναι συνήθως ευκολότερες και αμεσότερες από τις οργανικές. (Το αν είναι και καλύτερες αποτελεί σήμερα ένα μείζον ζήτημα.) Την εποχή του Bacon τα μαθηματικά και η μηχανική δεν ωφελούνταν ιδιαίτερα από την πρόοδο των μεγάλων ανακαλύψεων. Οι εξερευνητές μπορεί να έφεραν μαζί τους νέα φυτά, ζώα, ορυκτά και περιγραφές άγνωστων πολιτισμών, δεν έφεραν όμως νέα μαθηματικά ή μηχανικές μεθόδους. Γι' αυτόν το λόγο φαίνεται να έχει παραβλεφθεί στις ιστορίες των φυσικών επιστημών η ευρύτερη σημασία των μεγάλων ανακαλύψεων. Η επαγωγική μέθοδος του Bacon έχει συχνά επικριθεί από τους ιστορικούς της επιστήμης<sup>4</sup>, οι επικρίσεις τους όμως αυτές είναι σύμφωνα με τη δική μας άποψη άδικες. Ο Bacon, το τονίζουμε, υποστήριξε την αυτονομία της επιστήμης, που συμπεριλάμβανε τις τεχνικές, αλλά και επισήμανε ότι πρόκειται για δραστηριότητες πραγ-

ματικά διεθνείς, προς όφελος ολόκληρης της ανθρωπότητας· ότι είναι ουσιαστικά συνεργατικές και μπορούν να ασκούνται από ανθρώπους μέτριων δυνατοτήτων, πράγμα που επιβεβαιώνει πλήρως η εμπειρία του σύγχρονου κόσμου. Ανέλυσε τις συνθήκες για επιστημονική πρόοδο και πρότεινε ειδικούς θεσμούς για τη διασφάλισή της. Τα γραπτά του επηρέασαν τους Colbert και Leibniz, και σε αυτά οφείλεται εν μέρει η ίδρυση της Royal Society of London και της Académie Royale des Sciences, η σύνταξη της *Encyclopédie* και, σε μεγάλο βαθμό, ο ιδεαλισμός της εποχής του ορθολογισμού. Η μεγαλύτερη προσφορά του ήταν στην αποκατάσταση του ρόλου της επιστήμης και της τεχνολογίας σε μια εποχή που μαστιζόταν από αντιμαχόμενες θρησκευτικές πεποιθήσεις. Έκτοτε η επιστήμη και η τεχνολογία απέκτησαν την αυτονομία την οποία ήδη κατείχε η δικαστική νομοθεσία από τα χρόνια του Μεσαίωνα.

Δύο χρόνια μετά το θάνατο του Bacon, ένας απόφοιτος της Πάδοβας, ο William Harvey, εξέδωσε το έργο *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*, στο οποίο αποδείκνυε την ύπαρξη κυκλοφορίας του αίματος στα ζώα. Το έργο αυτό αποτέλεσε αναμφίβολα μια σημαντικότερη βρετανική συνεισφορά στην επιστήμη. Παραδόξως, ο Harvey, όπως και ο William Gilbert, υπήρξε αριστοτελικός.

Σε μια διαφωτιστική επισκόπηση από την αρχαιότητα μέχρι την εποχή του διαστήματος, με βοηθητικές ερμηνείες για τον μη εξειδικευμένο αναγνώστη, ο Donald Cardwell δίνει ιδιαίτερη έμφαση στον τρόπο με τον οποίο, από τον 18ο αιώνα, οι μηχανικές τέχνες αναπτύχθηκαν επαναστατικά με την επίδραση των νέων εξελίξεων στη φυσική και τη χημεία. Η γόνιμη αλληλεπίδραση των χειρωνακτικών τεχνών με την επιστήμη οδήγησε στην τεχνολογία και στο όνειρο μιας επιστήμης της εφεύρεσης – ίσως και στον εφιάλτη της «τεχνολογικής προσήλωσης». Παρουσιάζοντας τη ριζική αλλαγή στην ίδια τη φύση των μηχανών με την έλευση της θερμοδυναμικής και του ηλεκτρισμού, ο Cardwell υπογραμμίζει τον κρίσιμο ρόλο των κοινωνικών αλλαγών και των κυβερνήσεων στην ενθάρρυνση και αργότερα τη χρηματοδότηση νέων τεχνολογιών. Η ιδιαίτερη αρετή της ερμηνείας του Cardwell βρίσκεται στον τρόπο με τον οποίο εξηγεί την ακμή της σύγχρονης τεχνολογίας ως αποτέλεσμα της αμοιβαίας παραγωγικής σχέσης της με την επιστήμη και της ανταπόκρισής της σε βαθιές κοινωνικές ανάγκες.

Ο **Donald Cardwell** (1919-1998) διετέλεσε Καθηγητής της Ιστορίας της Επιστήμης και της Τεχνολογίας στο University of Manchester Institute of Science and Technology (UMIST). Άλλα έργα του ενδεικτικά είναι: *The Organization of Science in England* (2η έκδ., 1980) και *From Watt to Clausius* (1989).

ISBN 978-960-375-572-2



9 789603 755722

ΒΟΗΘ. ΚΩΔ. ΜΗΧ/ΣΗΣ 3572