

Thomas S. Kuhn

Η ΔΟΜΗ
ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΕΩΝ

Εισαγωγή, επιμέλεια: Β. Κάλφας
Μετάφραση: Γ. Γεωργακόπουλος, Β. Κάλφας

**ΣΥΓΧΡΟΝΑ
ΘΕΜΑΤΑ**
ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑ

Προβλήματα μεθόδου καί εξέλιξης τῆς ἐπιστήμης
Ἐπιμέλεια σειρᾶς: Κ. Γαβρόγλου, Γ. Γκουνταρούλης

1. T.S. Kuhn, Ἡ δομὴ τῶν Ἐπιστημονικῶν Ἐπαναστάσεων
Εἰσαγωγή, ἐπιμέλεια: Β. Κάλφας
Μετάφραση: Γ. Γεωργακόπουλος, Β. Κάλφας

ἰδιοκτήτης: ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΘΕΜΑΤΑ, Μη κερδοσκο-
πικὴ ἐκδοτικὴ ἐταιρεία
Ἐδρα: Εσπέρου 32, Παλαιὸ Φάληρο
Γραφεῖο Αθηνῶν: Βαλαωρίτου 12,
Αθήνα 106 71, τηλ. 362.8501

Σειρά: Προβλήματα μεθόδου και εξέλιξης της επιστήμης

Ἡ Δομή τῶν Ἐπιστημονικῶν Ἐπαναστάσεων τοῦ T. S. Kuhn εἶναι τὸ πρῶτο βιβλίο μιᾶς σειρᾶς πού ἀποτελεῖ ἀπόπειρα εἰσαγωγῆς στίς σύγχρονες ἀπόψεις γιά τή μέθοδο καί τήν εξέλιξη τῶν ἐπιστημῶν. Καθῶς ὅμως δέ θέλουμε νά μεταφέρουμε ἀπόψεις μέ τρόπο πού νά δημιουργοῦν τήν ἐντύπωση ὀριστικῶν ἀπαντήσεων, δέ θά περιοριστοῦμε στήν ἐπιστήμανση κάποιων καθοριστικῶν στιγμῶν (μέ τή μετάφραση βιβλίων σταθμῶν) στήν πορεία τῆς σύγχρονης φιλοσοφικῆς προσέγγισης τῆς ἐπιστήμης. Προκειμένου λοιπόν, νά δώσουμε μιᾶ πιά ὀλοκληρωμένη εἰκόνα καί νά δημιουργήσουμε ἕνα κλίμα προβληματισμοῦ, θά συμπεριλάβουμε στήν προσπάθεια αὐτή καί συλλογές μικροτέρων κειμένων σημαντικῶν γιά τήν ὀλοκλήρωση μιᾶς ἀποψης, ὅπως καί βιβλία πού παρουσιάζουν καί ἀναλύουν τίς ἀπόψεις αὐτές ἢ συζητοῦν τίς προεκτάσεις τους σέ ἄλλους τομεῖς τῆς σκέψης.

Στόχος μιᾶς τέτοιας σειρᾶς θά μπορούσε νά εἶναι ἡ γονιμοποίηση τῆς ἑλληνικῆς φιλοσοφικῆς καί ἐπιστημονικῆς σκέψης (πού σέ ἄλλους καιρούς, ἀσκοῦσε αὐτό τὸ ρόλο) μέ τὸ σπέρμα τῆς ἀμφιβολίας γύρω ἀπό θέματα, ὅπως ἡ ἐπιστημονική γνώση, πού λιμνάζουν σ' ἕνα βάλτο αὐτάρεσκης βεβαιότητας· ἔχοντας ὅμως συναίσθηση τῶν δυνατοτήτων μας, θά εἴμαστε ἀπόλυτα ἱκανοποιημένοι, ἂν βοηθήσουμε τοὺς Ἕλληνες σπουδαστές καί ἐπιστήμονες νά ἀναρωτηθοῦν: Εἶναι λοιπόν ἡ ἐπιστήμη μόνο αὐτό πού μᾶς διδάσκουν τά κάθε λογῆς ἐγχειρίδια καί πανεπιστημιακά συγγράμματα ἢ μήπως, ὅπως λέει ὁ Kuhn, ἡ εἰκόνα τῆς ἐπιστήμης πού σχηματίζεται ἀποκλειστικά ἀπό αὐτά εἶναι τόσο ἀκριβῆς ὅσο καί ἡ εἰκόνα ἑνός ἔθνικοῦ πολιτισμοῦ πού σχηματίζεται ἀπό τουριστικά φυλλάδια ἢ ἐγχειρίδια ξένων γλωσσῶν.

Ἡ ἐπιλογή τοῦ συγκεκριμένου βιβλίου ὡς πρώτου στή σειρά ἐγινε γιά πολλοὺς λόγους. Ἡ Δομή τῶν Ἐπιστημονικῶν Ἐπαναστάσεων εἶναι ἀπό τά πιά συζητημένα βιβλία, στή μεταπολεμική ἱστορία τῆς φιλοσοφίας τῆς ἐπιστήμης καί ἀποτελεῖ σημεῖο τομῆς τῆς. Εἶναι τὸ «μανιφέστο» τοῦ νέου ἐπιστημολογικοῦ ρεύματος, μιᾶ ὀλοκληρωμένη «ἐναλλακτική πρόταση» στή θετικιστική ἐπιστημολογία. Ἡ ἐπιρροή τοῦ ὅμως ἐπεκτείνεται καί πέρα ἀπό τή φιλοσοφία· στό χῶρο τῶν ἴδιων τῶν ἐπιστημῶν (δῶν τῶν ἐπιστημῶν καί ὄχι μόνο τῆς Φυσικῆς, ὅπως μέχρι τώρα συνέβαινε). Ὁ προβληματισμός μεταφέρεται καί σ' αὐτούς πού ἀσκοῦν τήν ἐπιστημονική πρακτική, μ' ἀποτέλεσμα νά γίνεται ἀκόμα πιά στενή ἡ σχέση Φιλοσοφίας - Ἐπιστήμης, ὅπως καί ἡ σχέση τους μέ τὸ κοινωνικό γίνεσθαι.

Περιεχόμενα

Είσαγωγή	9
Πρόλογος	53
I. Είσαγωγή: "Ενας ρόλος για την ιστορία των ἐπιστημῶν	62
II. Ὁ δρόμος πρὸς τὴ φυσιολογικὴ ἐπιστήμη	73
III. Ἡ φύση τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης	87
IV. Φυσιολογικὴ ἐπιστήμη καὶ ἐπίλυση γρίφων	101
V. Ἡ προτεραιότητα τῶν παραδειγμάτων	111
VI. Οἱ ἀνωμαλίες καὶ ἡ ἀνάδυση τῶν ἐπιστημονικῶν ἀνακαλύψεων	121
VII. Οἱ κρίσεις καὶ ἡ ἀνάδυση τῶν ἐπιστημονικῶν θεωριῶν	137
VIII. Ἡ ἀντίδραση στὴν κρίση	150
IX. Ἡ φύση καὶ ἡ ἀναγκαιότητα τῶν ἐπιστημονικῶν ἐπαναστάσεων	167
X. Οἱ ἐπαναστάσεις ὡς ἀλλαγές κοσμοθεώρησης	188
XI. Τὸ ἀθέατο τῶν ἐπαναστάσεων	215
XII. Ἡ κατάληξη τῶν ἐπαναστάσεων	224
XIII. Πρόοδος μέσα ἀπὸ ἐπαναστάσεις	242

Ριζικές ανακατατάξεις στη σύγχρονη
αγγλοσαξονική επιστημολογία:
Ο Thomas S. Kuhn και η «στροφή»
της δεκαετίας 1960 - 70*

Εισαγωγή του έπιμελητή

1. ΤΟ ΘΕΤΙΚΙΣΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΘΕΩΡΙΩΝ
2. ΤΟ ΕΡΓΟ ΤΟΥ Τ. S. KUHN ΚΑΙ Η «ΣΤΡΟΦΗ» ΤΗΣ ΔΕΚΑΕΤΙΑΣ 1960 - 1970
 - α. Η ΓΕΝΕΣΗ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ
 - β. Η ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΕΩΝ
 - γ. ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΛΗΨΕΩΝ ΤΟΥ KUHN
 - δ. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ
3. ΦΙΛΟΣΟΦΙΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΣΤΡΟΦΗΣ. ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΔΕΚΑΕΤΙΑΣ
4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ (α. ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ ΤΟΥ ΚΛΑΔΟΥ, β. ΛΟΓΙΚΟΣ ΘΕΤΙΚΙΣΜΟΣ, γ. Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, δ. Η ΣΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΕΤΩΝ 1960, ε. ΟΙ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΔΕΚΑΕΤΙΑΣ 1970).

Ἡ Δομή τῶν Ἐπιστημονικῶν Ἐπαναστάσεων ἀντιπροσωπεύει ἓνα σταθμό γιά τήν ἀγγλοσαξονική ἐπιστημολογία. Ἄν καί ἔχουν περάσει πολλά χρόνια ἀπ' τήν ἐμφάνισή του — ἡ πρώτη του ἐκδοσὴ γίνεται τό 1962— θεωρεῖται ἤδη κλασικό ἔργο· θά πρέπει νά εἶναι τό βιβλίο πού ἔχει διαβαστεῖ, συζητηθεῖ καί ἐπηρεάσει περισσότερο ἀπό κάθε ἄλλο στή μεταπολεμική ἱστορία

* Μία πρώτη μορφή αὐτοῦ τοῦ κειμένου διάβασαν ὁ καθηγητής Νικόλαος Αὐγελῆς καί οἱ συνάδελφοι καί φίλοι μου Αἰμίλιος Μεταξόπουλος, Τάκης Ποῦλος καί Σάββας Τσοχατζίδης. Τούς εὐχαριστῶ γιά τίς ὑποδείξεις τους. Ἡ Εἰσαγωγή δημοσιεύθηκε στό περιοδικό «Πολίτης», τεῦχος 41.

τοῦ κλάδου. Χαρακτηρίζεται συμβολικά ὡς σημεῖο τομῆς, αὐτό πού κλείνει μιὰ ἐποχὴ καί εἰσάγει σέ μιὰ νέα.

Ὁ Kuhn ἔρχεται νά προτείνει μιὰ νέα εἰκόνα τῆς ἐπιστήμης, πού βρίσκεται σ' ἄληθη ἀντίθεση, καί φιλοδοξεῖ νά ἀντικαταστήσει τὴν κυρία, ἰ τότε ἀνάλυση τοῦ Λογικοῦ Θετικισμοῦ. Ἡ Δομὴ εἶναι, ἐπομένως, ἓνα πολεμικό κείμενο. Ἐνῶ, ὅμως, ὁ πολεμικός τόνος τοῦ βιβλίου εἶναι ἐμφανής, ὁ Ἑλληνας ἀναγνώστης κινδυνεύει νά μείνει χωρίς καθαρὴ εἰκόνα τοῦ ἀντιπάλου. Ὁ πρῶτος στόχος, λοιπόν, αὐτῆς τῆς Εἰσαγωγῆς εἶναι ἀκριβῶς τὸ πρὶν τῆς Δομῆς: ἀπὸ πού ἔρχεται ὁ Kuhn καί σέ ποιόν ἀντιτίθεται. Ὁ δεῦτερος τείνει, κατὰ λογικὴ ἀκολουθία, στό μετά: ποιῆς συνέπειες προκαλεῖ καί τί προοπτικὲς ἀνοίγει. Θά προσπαθήσουμε νά δώσουμε τὸ στίγμα τῆς φιλοσοφικῆς αὐτῆς παράδοσης, ἀπὸ τὸ Λογικὸ Θετικισμό ὡς τίς μέρες μας, μέσα ἀπὸ τὴ δίοδο πού προσφέρει τὸ ἔργο τοῦ Kuhn.

Τὸ κυριότερο χαρακτηριστικὸ τῆς ἀγγλοσαξονικῆς φιλοσοφίας — ἡ μεγάλη της ἀρετὴ ἢ τὸ βασικό της μειονέκτημα, ἀνάλογα μὲ τὴν ὀπτικὴ γωνία — εἶναι ἡ αἴσθησις τῆς συνέχειας: τὸ νέο δέ φυτρώνει δίπλα ἀλλὰ ἐπάνω στό παλιό. Σέ ἀντίθεση μὲ τὰ ρεύματα τῆς ἡπειρωτικῆς Εὐρώπης (καί κυρίως τὰ γαλλικά, τῶν ὁποίων τοὺς ἀπόηχους δεχόμεστε κατὰ κανόνα, στὴν Ἑλλάδα, τὰ τελευταῖα χρόνια) δέ συναντᾶμε οὔτε θεωρήσεις «ἐφ' ὅλης τῆς ὕλης» οὔτε διάττοντες ἀστέρες. Προέχει ἡ οἰκοδόμησις, διάρθρωσις καί κριτικὴ ἀποτίμησις μακρόχρονων παραδόσεων, μὲ περιορισμένο, ἴσως, βεληνεκές ἀλλὰ μὲ ἰδιαίτερη ἐπεξεργασία τῶν ἐπιμέρους προβλημάτων. Ἡ Δομὴ τῶν Ἐπιστημονικῶν Ἐπαναστάσεων διατηρεῖ, βέβαια, ἓνα σχετικὰ αὐτόνομο χαρακτήρα — γι' αὐτόν, ἄλλωστε, τὸ λόγο ἔχει καί νόημα ἡ ἑλληνικὴ τῆς μετάφρασις. Δέν παύει, ὡστόσο, νά ἀποτελεῖ στοιχεῖο μιᾶς συγκεκριμένης παράδοσης καί, κατὰ συνέπεια, ἡ ἀποσπασματικὴ οἰκειοποίησις μερῶν τῆς ὀρολογίας ἢ τῶν συμπερασμάτων τοῦ βιβλίου καί ἡ μεταφορὰ τους σέ ἓνα ἐντελῶς διαφορετικὸ πεδίο ἀναφορᾶς, παραμένει προβληματικὴ.

Καί κάτι ἀκόμη. Στὴν Ἑλλάδα, ἡ στενὴ σχέση φιλοσοφίας καί φυσικῶν ἐπιστημῶν δέν εἶναι καθόλου αὐτονόμη. Πολλές φορές, μάλιστα, ἡ σχέση φαίνεται νά εἶναι ἐχθρική. Ὁ Kuhn, ἀντίθετα, προέρχεται ἀπὸ ἓνα διανοητικὸ περιβάλλον, ὅπου ὄχι μόνο ἡ φιλοσοφία εἶναι ἰδιαίτερα εὐαίσθητη στὶς ἐξελίξεις τῶν ἐπιστημῶν, ἀλλὰ ὅπου ἡ γνώσις καταλήγει νά ταυτίζεται μὲ τὴν ἐπιστήμη.

1. ΤΟ ΘΕΤΙΚΙΣΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΘΕΩΡΙΩΝ

Ο όρος *Λογικός Θετικισμός* (ή *Λογικός Έμπειρισμός*) χαρακτηρίζει ένα φιλοσοφικό ρεύμα, που δημιουργείται στη δεκαετία 1920-30 στη γερμανόφωνη Εύρώπη. Ο βασικός πυρήνας των πρώτων θετικιστών συσπειρώνεται γύρω απ' τό σεμινάριο Φιλοσοφίας των Έπαγωγικών Έπιστημών του Moritz Schlick στο Πανεπιστήμιο τής Βιέννης και άποτελεί τό λεγόμενο «Κύκλο τής Βιέννης» (Waismann, Neurath, Hahn, Carnap και φυσικά ό ίδιος ό Schlick). Συγγενείς ομάδες, «παραρτήματα» του Κύκλου τής Βιέννης, δημιουργούνται τήν ίδια εποχή στο Βερολίνο, (Reichenbach) και στην Πράγα (Frank). Τό 1930, οί Carnap και Reichenbach εκδίδουν τό περιοδικό *Erkenntnis*, που γίνεται τό επίσημο όργανο ενός ρεύματος, που πολύ γρήγορα συνειδητοποιεί τήν ιδιαιτερότητα, τήν ένότητα και τό ρόλο που έχει νά παίξει μέσα σ' ένα έχθρικό φιλοσοφικό περιβάλλον.

Τό ένοποιητικό στοιχείο του Κύκλου τής Βιέννης είναι ή προγραμματική αντίθεση σε κάθε Μεταφυσική, τό αίτημα για τήν έγκαθίδρυση μιās επιστημονικής φιλοσοφίας¹. Τό κοινό σημείο μέ τόν κλασικό Έμπειρισμό (Locke, Hume, Mill) είναι ή πεποίθηση ότι ή έγκυρη γνώση θεμελιώνεται, σε τελευταία άνάλυση, στα δεδομένα τής έμπειρίας. Πρόκειται, άλλωστε, για ένα νέο θετικισμό γιατί, όπως ό παλιότερος θετικισμός θεωρεί ότι ή γνώση είναι άποκλειστικό προϊόν των ειδικών επιστημών, περιορίζεται στη διερεύνηση των φυσικών νόμων και δέν άναζητᾶ τίς κρυφές αίτιες των πραγμάτων. Ένώ, όμως, ό παραδοσιακός έμπειρισμός και θετικισμός δέ διέθεταν παρά ένα σχετικά φτωχό σύνολο τεχνικών συλλογισμού, ή άνάπτυξη τής συμβολικής λογικής στίς άρχές του 20ου αί. (Peano, Hilbert, Frege, Russell) προσφέρει στον Κύκλο τής Βιέννης ένα νέο άποτελεσματικό όργανο.

Δέν ύπάρχει μιᾶ καθολικά άποδεκτή έρμηνεία για τήν καταγωγή και τίς αίτιες γένεσης του Λογικού Θετικισμού². Για τούς

1. Δές V. Kraft: *The Vienna Circle*, New York, 1953 (μετάφραση απ' τά Γερμανικά), σ. 15.

2. Ο Kraft ό.π., τονίζει ως βασικό στοιχείο τήν άντι-μεταφυσική κατεύθυνση του Κύκλου. Αντίθετα ό F. Suppe (F. Suppe (ed): *The Structure of Scientific Theories*, Urbana, Illinois, 1974, σ. 7), θεωρεί ότι τό σημαντικότερο ρόλο έπαιξε ή εμφάνιση τής νέας επαναστατικής φυσικής των άρχών του αιώνα, που όντας άσυμ-

σκοπούς, ωστόσο, αυτής τῆς Εἰσαγωγῆς, δέν ἔχει τόση σημασία ἡ γένεση, ὅσο ἡ πορεία ἐξέλιξής του· τό σημαντικό, λοιπόν, εἶναι ὅτι, ἐνῶ ὁ Λογικός Θετικισμός παραμένει ἕνα περιθωριακό ρεῦμα στή γερμανόφωνη μεσοπολεμική Εὐρώπη, μετά τόν πόλεμο —μέ τήν ὀριστική μετανάστευση τῶν Γερμανῶν ἐπιστημόνων καί φιλοσόφων στήν Ἀμερική— γίνεται ἡ κυρίαρχη φιλοσοφική τάση στόν ἀγγλοσαξονικό κόσμο. Στήν πορεία αὐτή ἐμπλουτίζεται, μετασχηματίζεται καί φιλελευθεροποιεῖται.

Στήν περιγραφή πού ἀκολουθεῖ δέ γίνεται ἄμεση ἀναφορά στό ἔργο ἑνός καθορισμένου συγγραφέα ἢ σέ μιά καθολικά ἀποδεκτή κωδικοποίηση. Πρόκειται μᾶλλον γιά ἀπόψεις διάχυτες σέ μιά πλειάδα φιλοσόφων, πού σέ μιά δεδομένη χρονική περίοδο —1930-1960— αὐτοπροσδιορίζονται ὡς μέλη μιᾶς παράδοσης. Ἄν ἐπιμέναμε, πάντως, στόν προσδιορισμό συγκεκριμένων συγγραφέων, πío κοντά στούς χαρακτηρισμούς πού θά δοθοῦν βρίσκονται τά ὄριμα ἔργα τοῦ Rudolf Carnap καί τοῦ Carl Hempel.

Δύο εἶναι οἱ βασικοί στόχοι τοῦ Λογικοῦ Θετικισμοῦ:

1) Ἡ λογική ἀνάλυση τῆς ἔγκυρης γνώσης: Ἐπειδή, ὁμως, στούς κόλπους τῆς θετικιστικῆς παράδοσης ἡ ἔγκυρη γνώση ταυτίζεται μέ τήν ἐπιστήμη (μιά παραδοσιακή γνωσιολογία δέν εἶναι πιά δυνατή), ὁ πρῶτος στόχος γίνεται: ἡ ἀνάλυση τῆς λογικῆς τῆς ἐπιστήμης.

2) Ἡ ἐμπειρική θεμελίωση τῆς ἐπιστήμης, αἴτημα πού ὁδηγεῖ στήν ὀριοθέτηση (demarcation) ἀνάμεσα σέ ἐπιστήμη καί μεταφυσική.

Οἱ δύο αὐτοί στόχοι θά καθορίσουν, ἀντίστοιχα, τή λογική καί τήν ἐμπειρική πλευρά τοῦ Λογικοῦ Θετικισμοῦ.

Μποροῦμε νά ποῦμε ὅτι ὁ Κύκλος τῆς Βιέννης γεννιέται μέ τήν κριτική ἀφομοίωση δύο ἔργων, τῶν *Principia Mathematica* τῶν Russell καί Whitehead (1910) καί τοῦ *Tractatus* τοῦ Wittgenstein

βίβαστη μ' ὄλες τίς παραδοσιακές φιλοσοφίες, ὀδήγησε στήν «πρόκριση» τοῦ νεο-Θετικισμοῦ τοῦ Mach. Εἶναι πάντως γεγονός ὅτι ἔχουμε ἐλάχιστες μελέτες γιά τίς συνθήκες γένεσης τοῦ Κύκλου τῆς Βιέννης, σέ ἀντίθεση μέ τόν ὄγκο τῆς βιβλιογραφίας γιά τίς θεωρίες τοῦ Λογικοῦ Θετικισμοῦ (δές καί τίς βιβλιογραφικές σημειώσεις).

(1921). Ἀπό τὰ *Principia* παίρνουν τήν ἰδέα μιᾶς τεχνητῆς, πλούσιας λογικῆς γλώσσας, μέ ιδιαίτερα ἀνεπτυγμένες ἐκφραστικές δυνατότητες, μέ συνέπεια καί πληρότητα. Ἀκολουθοῦν τόν Wittgenstein στή «στροφή πρὸς τή γλώσσα», στήν ἀναγνώριση δηλαδή ὅτι τὰ ὄρια τοῦ νοητοῦ ταυτίζονται μέ τὰ ὄρια τῆς γλώσσας καί, κατά συνέπεια, τό κύριο ἔργο τῆς φιλοσοφίας εἶναι ἡ κριτική ἀνάλυση τῆς γλώσσας³. Στόν Wittgenstein, ἀκόμη, ὀφείλουν τήν πεποίθηση ὅτι οἱ μόνες προτάσεις μέ γνωστικό περιεχόμενο εἶναι οἱ ἐμπειρικές προτάσεις, ἐνῶ οἱ προτάσεις τῆς λογικῆς καί τῶν μαθηματικῶν εἶναι ἀπλές ταυτολογίες.

Ἀπό τίς ἱστορικές γλώσσες, ἡ μόνη πού πλησιάζει στήν πληρότητα τοῦ μοντέλου τῶν *Principia* εἶναι ἡ γλώσσα τῆς ἐπιστήμης, καί ιδιαίτερα ἡ γλώσσα τῆς πύ ἀνεπτυγμένης καί βασικῆς ἐπιστήμης, τῆς Φυσικῆς. Ἡ θετικιστική, λοιπόν, ἐπιστημολογία τείνει στήν ἀνάλυση τῆς γλώσσας τῆς Φυσικῆς μέ τίς τεχνικές τῆς μαθηματικῆς λογικῆς, στήν ἐπισήμανση τῶν πιθανῶν ἀντιφάσεων καί τήν τελειοποίησή της. Διαπραγματεύεται τή «μορφή» καί ὄχι τό «περιεχόμενο» τῶν ἐπιστημονικῶν προτάσεων· γιά παράδειγμα, ἐκεῖνο πού ἐνδιαφέρει εἶναι ἡ λογική δομή κάθε δυνατοῦ ἐπιστημονικοῦ νόμου, καί ὄχι κάποιου συγκεκριμένου ἐπιστημονικοῦ νόμου· ἐνδιαφέρει τό νόημα τῆς λέξης «ἐπιστημονική θεωρία» καί ὄχι ἡ διαδοχή, ἀντικατάσταση, κριτική τῶν συγκεκριμένων ἐπιστημονικῶν θεωριῶν. Ἡ ἐπιστήμη ἀντιμετωπίζεται ὡς στατική καί ὀλοκληρωμένη δομή. Τά πορίσματα μιᾶς παρόμοιας ἐπιστημολογίας μοιάζουν μέ «ἰδεατούς τύπους» —γιά νά δανειστοῦμε, ἀπό ἕνα ἐντελῶς διαφορετικό φυσικά, πλαίσιο, τόν ὄρο τοῦ Max Weber— ἡ ἐπιστημονική πρακτική τοῦ παρελθόντος καί τοῦ παρόντος —ἀλλά, μέ μιά ἔννοια, καί τοῦ μέλλοντος— καθορίζεται ἀπό τή συμμόρφωσή της ἢ τήν ἀπόκλι-

3. Ὁ Ν. Αὐγελης (εἰσαγωγή στήν Ἑλληνική μετάφραση τοῦ Carnap R: *Φιλοσοφία καί λογική σύνταξη*, Θεσσαλονίκη) ἀναλύει τό πέρασμα ἀπ' τό ἀτομικό δεδομένο στήν πρωταρχική πρόταση: Γιά τόν κλασικό ἐμπειρισμό «ἡ βάση τῆς ἀναγωγῆς, ὅπου θεμελιώνεται ἡ ἴδια ἡ γνώση, εἶναι αὐτό πού δίδεται στήν ἄμεση αἰσθητηριακή ἀντίληψη, τό ἐπιμέρους αἰσθητό δεδομένο, τό συγκεκριμένο ἀτομικό βίωμα. Ἀλλά τό δεδομένο μέ τήν ἔννοια τοῦ συγκεκριμένου ἀτομικοῦ βιώματος δέν εἶναι ἀνακρινώσιμο, δέν ἔχει διυποκειμενικό χαρακτήρα καί γι' αὐτό τό λόγο δέν μπορεῖ νά λειτουργήσῃ ὡς θεμέλιο τῆς γνώσης. Ἐτσι, ὄλο τό βάρος τοῦ προβλήματος παύει νά εἶναι ὁ προσδιορισμός τοῦ δεδομένου στό ἄμεσο ἀτομικό βίωμα καί μετατοπίζεται στήν περιοχή τῆς γλώσσας. Γι' αὐτό καί δέν ἀναζητοῦμε πιά «πρωταρχικά δεδομένα», ἀλλά «πρωταρχικές προτάσεις», σ. 15.

ση από αυτόν τον «ιδεατό τύπο». Σύμφωνα με το Λογικό Θετικισμό, μιά ἔγκυρη επιστημονική θεωρία, στο πίο εξελιγμένο, τό τελικό της, στάδιο μπορεί νά πάρει τή μορφή ενός *ἀξιοματικού συστήματος*, μέ ιεραρχημένη δομή, ἀξιώματα, θεωρήματα, κανόνες παραγωγής καί ἑρμηνείας (ὅπως στά μετα-μαθηματικά τοῦ Hilbert).

Φυσικά, οἱ ιδεατοί αὐτοί τύποι θά ἔπρεπε νά ἐλέγχονται μέ βάση τήν πραγματική ἐπιστήμη. Ἡ ἀρχή αὐτή, ἐνῶ δέν ἀπορρίπτεται στή θεωρία, καταστρατηγεῖται συνεχῶς στήν πρακτική: ἐκεῖ τό βάρος πάντα πέφτει στήν πληρότητα τῆς κατασκευῆς τῶν συστημάτων παρά στή συγκεκριμένη ἐφαρμογή τους. Ἐνα ἀπό τά βασικά δόγματα τοῦ Λογικοῦ Θετικισμοῦ εἶναι ἡ διάκριση *πλαίσιου ἀνακάλυψης καί πλαίσιου θεμελίωσης* (context of discovery ≠ context of justification). Μιά ἀνακάλυψη μπορεί νά ὀφείλεται σέ διάφορες αἰτίες: τύχη, ταλέντο τοῦ ἐρευνητῆ, κοινωνικό πλαίσιο κτλ. Ἐνδιαφέρει, λοιπόν, ἴσως τήν κοινωνιολογία ἢ τήν ψυχολογία, ἀλλά σέ καμιά περίπτωση τή φιλοσοφία. Δέν ὑπάρχει «λογική τῆς ἀνακάλυψης», δέν ὑπάρχουν δηλ. ὀρθολογικά κριτήρια —λογικοῦ τύπου καί ὄχι ψυχολογικοῦ— πού νά ὀδηγοῦν καί νά καθορίζουν τή νομοτέλεια μιᾶς ἀνακάλυψης. Τό ἔργο τῆς φιλοσοφίας περιορίζεται στή δικαιολόγηση, δηλαδή τήν ἀξιολόγηση τῆς ἀνακάλυψης: τή σημασία καί τήν ἔνταξη τοῦ νέου φαινομένου ἢ τῆς νέας θεωρίας στό πλαίσιο τῆς συνολικῆς ἐπιστήμης. Τό συμπέρασμα εἶναι ὅτι ἡ ἱστορία τῆς πραγματικῆς ἐπιστήμης δέ συνδέεται οὔτε προσφέρει καμιά βοήθεια στήν ἐπιστημολογία. Ἡ περιγραφή τῶν ἀνακαλύψεων τοῦ παρελθόντος μπορεί νά ἔχει κάποιο κοινωνιολογικό ἢ ἀνεκδοτολογικό ἐνδιαφέρον, δέν παίζει ὅμως κανένα ρόλο στήν ἀνάλυση τῆς λογικῆς τῆς ἐπιστήμης.

Ἡ *ἐμπειρική* διάσταση τοῦ Λογικοῦ Θετικισμοῦ στηρίζεται στό ἀξίωμα ὅτι κάθε ἔγκυρη επιστημονική θεωρία ἀπορρέει καί θεμελιώνεται, μέ κάποιο ἀκριβή καί διαγνώσιμο τρόπο, στήν ἐμπειρία. Τό σύνολο τῶν ἐμπειρικῶν δεδομένων καθορίζει τόσο τό *νόημα* τῶν επιστημονικῶν ὄρων ὅσο καί τήν *ἐγκυρότητα* τῶν επιστημονικῶν προτάσεων. Ἡ ἐπιστήμη διαφέρει ἀπό τή Μεταφυσική ἀκριβῶς ἐπειδή εἶναι ἐμπειρική. Ἡ ὀριοθέτηση γίνεται μέ τό *κριτήριο τῆς ἐπαλήθευσης* (verification), σύμφωνα μέ τό ὅποιο, μιά πρόταση ἔχει νόημα, ἂν ἐπιδέχεται ἐπαλήθευση μέ ὄρους ἀμεσης παρατήρησης. Στήν πίο ἀκραία του ἔκφραση, τό κριτήριο διατυπώνεται ἀπ' τόν Waisman μέ τή μορφή: «τό νόημα μιᾶς

πρότασης είναι ή μέθοδος έπαλήθευσής της».

Κάτω άπ' αυτό τό πρίσμα, οί προτάσεις τής παραδοσιακής Μεταφυσικής δέν έχουν κανένα νόημα. Γιά παράδειγμα, οί προτάσεις «υπάρχουν αλήθειες άπρόσιτες στην ανθρώπινη νόηση» ή «ό Θεός είναι ένας» δέν είναι ούτε αληθείς ούτε ψευδείς, άπλώς δέν υπάρχει τρόπος νά έπαληθευτούν και έπομένως στεροούνται τιμής αλήθειας. Αντίθετα, οί έπιστημονικές προτάσεις μπορούν νά επιβεβαιωθούν ή νά άπορριφτούν άπό τά έμπειρικά δεδομένα, ίκανοποιούν τό κριτήριο έπαλήθευσης και έχουν μιά τιμή αλήθειας.

Τό πρόβλημα, ώστόσο, κάθε έμπειρισμού είναι ό συγκεκριμένος τρόπος σύνδεσης τών προτάσεων και τών άμεσων έμπειρικών δεδομένων. Οί θετικιστές γιά νά στηρίξουν τή δυνατότητα έπαλήθευσης τών έπιστημονικών προτάσεων εισάγουν τή διάκριση ανάμεσα σέ παρατηρησιακούσ και σέ θεωρητικούς όρους (και, αντίστοιχα, σέ παρατηρησιακές και θεωρητικές προτάσεις). Στην πρώτη κατηγορία άνήκουν όροι όπως: κόκκινο, βάρος, μεγαλύτερο, άριστερό άπό, κ.ο.κ., ένώ στη δεύτερη: άτομο, μόριο, ήλεκτρόνιο, πεδίο κ.ο.κ. Η διάκριση είναι, ώς ένα βαθμό, προφανής, «αντιστοιχεί στη διάκριση άμεσης παρατήρησης και θεωρητικού συμπερασμού και άντανακλά τήν άρχική έμπειριοκρατική θεωρία, σύμφωνα μέ τήν όποία γνωστό είναι μόνο τό άμεσα δεδομένο στίς αισθήσεις ή εκείνο πού άνάγεται σ' αυτό»⁴. Αν δεχτούμε —όπως οί Λογικοί Θετικιστές— ότι ή αλήθεια τών παρατηρησιακών προτάσεων είναι θεμελιωμένη στην άμεση παρατήρηση και αν εισάγουμε μιά μέθοδο όρισμού τών θεωρητικών προτάσεων μέ βάση τίς παρατηρησιακές προτάσεις, τότε όλο τό οικοδόμημα τής έμπειρικής γνώσης (= έπιστήμης) γίνεται στέρεο. Η φαινομενικά άπλή, ώστόσο, αυτή διάκριση έμεινε τό αδύνατο σημείο του Λογικού Θετικισμού. Παρά τίς επανειλημμένες προσπάθειες, τίς διαδοχικές τροποποιήσεις τών κριτηρίων και τήν προφανή χρησιμότητά της, δέν έγινε δυνατή ή αυστηρή θεμελίωσή της. Τό άποτέλεσμα ήταν ότι μιά έξαιρετικά συνεπής και έκλεπτυσμένη άνάλυση κατέληξε νά στηρίζεται μάλλον σέ μιά διαισθητική παραδοχή του κοινού νοϋ, παρά σέ μιά στέρεα βάση⁵.

4. Π. Χριστοδουλίδη: *Η εξήγηση στην έπιστήμη και ή έννοια του μοντέλου*, Θεσσαλονίκη, 1979, σ. 127.

5. Δέν επέμεινα στην άνάλυση του κεφαλαιώδους προβλήματος τής διχοτόμησης, γιατί θά μάς πήγαινε μακριά. Υπάρχει μιά τεράστια βιβλιογραφία πάνω

‘ Η εικόνα της επιστήμης πού προκύπτει απ’ τις αναλύσεις τών Λογικῶν Θετικιστῶν εἶναι ἡ ἐξῆς⁶:

‘ Η επιστήμη εἶναι ἓνα ἀρθρωμένο σύνολο ἐπιστημονικῶν θεωριῶν.

— ‘ Η ἐπιστημονική θεωρία εἶναι ἓνα *ἀξιοματικό* σύστημα, τοῦ ὁποῖου οἱ ὅροι ἀνήκουν σέ τρεῖς δυνατές ομάδες (σέ τρία *λεξιλόγια*).

- α) τό *λογικό* λεξιλόγιο, πού ἀποτελεῖται ἀπ’ τίς λογικές σταθερές καί τό μαθηματικό συμβολισμό.
- β) τό *παρατηρησιακό* λεξιλόγιο, πού περιέχει τούς παρατηρησιακούς ὅρους (*observation terms*).
- γ) τό *θεωρητικό* λεξιλόγιο, πού περιέχει τούς θεωρητικούς ὅρους (*theoretical terms*).

‘ Αντίστοιχα μπορούμε νά ποῦμε ὅτι ἡ γλώσσα L στήν ὁποία ἐκφράζεται ἡ ἐπιστημονική θεωρία ὑποδιαιρεῖται (α) στήν *παρατηρησιακή γλώσσα* L_0 πού εἶναι μιὰ ὑπο-γλώσσα τῆς L, πού περιέχει μόνο παρατηρησιακούς ὅρους (β) τή *θεωρητική γλώσσα* L_1 πού περιέχει μόνο θεωρητικούς ὅρους.

‘ Η L_0 καί ἡ L_1 δέν ἐξαντλοῦν τήν L, ἀφοῦ ὑπάρχει καί (γ) τό τμήμα τῆς L πού περιέχει *μικτές προτάσεις*, δηλ. προτάσεις μέ παρατηρησιακούς καί θεωρητικούς ὅρους.

— Οἱ παρατηρησιακοί ὅροι θεωρεῖται ὅτι ἀναφέρονται σέ ἄμεσα ἀντιληπτά φυσικά ἀντικείμενα ἢ σέ ἄμεσα ἀντιληπτές ἰδιότητες ἀντικειμένων, (δηλ. ἡ L_0 δέχεται μιὰ σημασιολογική ἐρμηνεία —*semantic interpretation*— μέ ὅρους ἄμεσα παρατηρησιμῶν ἀντικειμένων καί γεγονότων).

— Οἱ θεωρητικοί ὅροι ὀρίζονται μέ ὅρους παρατηρησια-

στό θέμα, ἀφοῦ κάθε κείμενο πάνω στό Λογικό Θετικισμό, διαπραγματεύεται τό πρόβλημα (δές βιβλιογ.). Τό βιβλίο τοῦ Χριστοδουλίδη πού ἔχει ἤδη ἀναφερθεῖ καί πού εἶναι προσιτό στόν “Ἑλληνα ἀναγνώστη, ἀσχολεῖται ἀρκετά ἀναλυτικά μέ τό θέμα.

6. ‘ Η εικόνα αὐτή εἶναι αἰσθητά ἀπλοποιημένη. Μιά πλήρης διαπραγμάτευση θά ἀπαιτοῦσε ἐκθεση στή γλώσσα τῆς συμβολικῆς λογικῆς. Βασικές ἀναφορές γιά τό θέμα, τίς ὁποῖες κι ἐγώ ἀκολουθῶ ἐδῶ τείνοντας στή σχετική ἀπλοποίηση εἶναι:

F. Suppe (ed): *The Structure of Scientific Theories*, Urbana, 1974, σ. 16-53.

P. Achinstein: *Concepts of Science*, Baltimore, 1968, σ. 67-157.

κούς, μέσω μικτών προτάσεων, πού όνομάζονται κανόνες αντιστοιχίας C (correspondence rules).

— Υπάρχει ένα σύνολο T, αποτελούμενο αποκλειστικά από θεωρητικές προτάσεις, πού είναι τό σύνολο τών αξιωμάτων τής θεωρίας.

Σύμφωνα λοιπόν μ' αυτό, τό μοντέλο, οί γενικοί νόμοι μιās επιστημονικής θεωρίας αποτελούν τά αξιώματά της, ένα σύνολο T θεωρητικών προτάσεων. Οί γενικοί νόμοι τής θεωρίας έχουν γνωστική σημασία, αφού ίκανοποιούν τό κριτήριο τής έπαληθευσης. 'Η σύνδεσή τους μέ τά εμπειρικά δεδομένα γίνεται μέσω τών κανόνων αντιστοιχίας C. Μέ τούς C αναγόμαστε από τίς θεωρητικές στίς παρατηρησιακές προτάσεις, πού είναι άμεσα έπαληθεύσιμες. 'Η επιστημονική θεωρία ταυτίζεται μέ τό σύνολο TC, δηλ. τή σύνθεση τών αξιωμάτων και τών κανόνων αντιστοιχίας.

Οί καθαρά παρατηρησιακές προτάσεις, στίς όποιες καταλήγουμε μέσω τών κανόνων αντιστοιχίας, είναι οί προτάσεις πού μπορούν νά έλεγχοθουν άμεσα άπ' τήν έμπειρία. Αυτές οί προτάσεις προμηθεύουν μιá βάση για τήν επικύρωση τής θεωρίας. 'Αποτελούν τίς εμπειρικές προβλέψεις τής θεωρίας. "Αν μιá θεωρία επιβεβαιωθεί από ένα σύνολο επιτυχημένων εμπειρικών προβλέψεων, θεωρείται σωστά σχηματισμένη και επικυρωμένη από τήν έμπειρία. "Αν πάλι μιá εμπειρική συνέπεια διαψευστεί από τήν έμπειρία, τότε κάποιο λάθος ύπάρχει στή διατύπωση τής θεωρίας (στή σύνθεση TC). "Αν δέν πρόκειται για κάποιο λάθος μέτρησης ή για κάποια συνέπεια ειδικών συνθηκών, τότε ή θεωρία είναι λανθασμένη, γιατί διαψεύδεται άπ' τά γεγονότα.

'Η έπιστήμη είναι μιá επαγωγική διαδικασία. Οί πρώτες επιστημονικές διαπιστώσεις είναι άπλές εμπειρικές γενικεύσεις, πού στηρίζονται στην αισθητηριακή αντίληψη και είναι έκφρασμένες σε μιá καθαρά παρατηρησιακή γλώσσα. Στη συνέχεια εισάγονται οί πρώτοι θεωρητικοί όροι μέ τή βοήθεια τών όρων παρατήρησης και μορφοποιούνται οί πρώτες θεωρητικές γενικεύσεις (οί θεωρητικοί νόμοι). 'Η γνώση λοιπόν «επάγεται» από τήν έμπειρία, μέ τόν τρόπο περίπου πού είχε περιγράψει ό Bacon, 3 αιώνες πριν.

'Η έπιστήμη αναπτύσσεται μέ τήν εγκαθίδρυση επικυρωμένων θεωριών. 'Η μετάβαση από τή μιá επιστημονική θεωρία στην άλλη δέν αποτελεί πρόβλημα για τούς Λογικούς Θετικιστές. Τό φαινόμενο περιγράφεται από τή Θεωρία τής Αναγωγής (Redu-

ction)⁷, σύμφωνα με την όποια η άκολουθία τών επικυρωμένων θεωριών επιτυγχάνεται με την ένσωμάτωση τής παλιότερης θεωρίας στό ευρύτερο φάσμα μιās νέας θεωρίας, τής όποιας έκτοτε αποτελεί είδική περίπτωση.

Ύπάρχουν δύο τύποι άναγωγής: ή «όμογενής» και ή «έτερογενής».

Μιά άναγωγή είναι όμογενής άν οι δύο θεωρίες έκφράζονται στό ίδιο περιγραφικό λεξιλόγιο. Ένα παράδειγμα τέτοιας άναγωγής είναι ή ένσωμάτωση τών νόμων του Γαλιλαίου για την κίνηση σέ κεκλιμένα επίπεδα, στη θεωρία του Νewton για την παγκόσμια βαρύτητα· οι δύο αυτές θεωρίες χρησιμοποιούν την ίδια περίπου όρολογία, έκφράζονται στην ίδια «γλώσσα». Αντίθετα, μία άναγωγή είναι έτερογενής, όταν οι δύο θεωρίες δέ χρησιμοποιούν τό ίδιο περιγραφικό λεξιλόγιο. Τά κλασικά παραδείγματα γι' αυτήν την περίπτωση είναι ή άναγωγή τής κλασικής θερμοδυναμικής στην κινητική θεωρία τών αέριων ή ή άναγωγή τής χημικής άνάλυσης του άτόμου στη μικροφυσική. Σ' αυτές τίς περιπτώσεις χρειάζεται μία «μετάφραση» του λεξιλογίου και τών σχέσεων τής πρώτης θεωρίας στη γλώσσα τής δεύτερης. Έτσι, λ.χ., ή έννοια «θερμοκρασία» τής θερμοδυναμικής γίνεται «μέση κινητική ένέργεια τών μοριών» του αέριου στην κινητική θεωρία, κ.ο.κ. Ο στόχος μιās τέτοιας άναγωγής είναι άπλός: καταλήγουμε σέ μία έννοιολογική, αλλά και «όντολογική» οίκονομία, και τείνουμε στην ένοποίηση τών έπιστημών, τό δικαιολογημένο όνειρο κάθε θετικισμού.

Και οι δύο τύποι άναγωγής όδηγούν στην ίδια εικόνα τής έπιστημονικής *προόδου*. Η πρόοδος τής έπιστήμης είναι μία *συνεχής, συσσωρευτική* διαδικασία. Οι θεωρίες έπεκτείνονται και καλύπτουν ευρύτερα φάσματα ή ένσωματώνονται σέ σφαιρικότερες θεωρίες, πού ένοποιοούν διακριτούς μέχρι τότε έπιστημονικούς τομείς. Οι παλιότερες έπιτυχίες τών θεωριών δέν άπορρίπτονται, αλλά διατηρούνται και έπεκτείνονται. Ύπάρχει πάντοτε δυνατότητα άντικειμενικής σύγκρισης τών διαδοχικών θεωριών, μέ *καθαρά λογικές μεθόδους* —συμβιβασιμότητας, έγκλεισμός, σύνθεση κτλ.—. Η άντίληψη αυτή στηρίζεται στην παραδοχή ότι οι διαδοχικές (ή και άντιμαχόμενες) θεωρίες έκφράζονται στό ίδιο περιγραφικό λεξιλόγιο ή σέ λεξιλόγια δυνάμενα νά «μεταφρα-

7. Η κλασική άνάλυση τής θεωρίας τής Άναγωγής βρίσκεται στό E. Nagel: *The Structure of Science*, New York, 1961.

στούν» στό ίδιο ιδίωμα. Τό κοινό αυτό ἔδαφος σύγκρισης (λεξιλόγιο ἢ ιδίωμα) εἶναι γιά τούς Λογικούς Θετικιστές ἡ παρατηρησιακή γλώσσα.

2. ΤΟ ΕΡΓΟ ΤΟΥ Τ.Σ. ΚΟΥΗ ΚΑΙ Η «ΣΤΡΟΦΗ» ΤΗΣ ΔΕΚΑΕΤΙΑΣ 1960-1970

α. Η ΓΕΝΕΣΗ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Ἡ εἰκοσαετία 1940-1960 εἶναι ἡ περίοδος τῆς ἀπόλυτης κυριαρχίας τοῦ Λογικοῦ Θετικισμοῦ. Στό διάστημα αὐτό, βέβαια, ὀρισμένες θέσεις του ἀμφισβητοῦνται, ἄλλες μετασχηματίζονται, ἀλλά, παρά τίς ἐπιμέρους ἀντιρρήσεις πού προβάλλονται, ὁ βασιικός πυρήνας τῆς θετικιστικῆς ἀνάλυσης ἐξακολουθεῖ νά ἀντιπροσωπεύει τή μοναδική ἀξιόπιστη φιλοσοφική προσέγγιση τῆς ἐπιστήμης.

Ἡ κατάσταση, ὅμως, ἀλλάζει ριζικά στά πρῶτα χρόνια τῆς δεκαετίας τοῦ '60. Ἡ ἡρεμία τοῦ κλάδου διαταράσσεται, τά «σύνορά του ἀνοίγουν» καί ἡ προβληματική του ἐμπλουτίζεται ἀπό ἕνα σύνολο συμβολῶν πού ξεκινοῦν ἀπό διαφορετικές ἀφετηρίες. Δημιουργεῖται ἕνα νέο ἐπιστημολογικό ρεῦμα, πού συνδέεται μέ τά ὄνόματα τοῦ Kuhn, τοῦ Feyerabend, τοῦ Hanson, τοῦ Toulmin καί πού χαρακτηρίζεται ἀπό μιά ἀκραία ἀντιθετικιστική γραμμῆ⁸. Ὡς «σημεῖο καμπῆς» ἐκλαμβάνεται συμβολικά τό 1962, ἔτος ἐκδόσεως τῆς *Δομῆς τῶν Ἐπιστημονικῶν Ἐπαναστάσεων*, πού θεωρήθηκε τό «μανιφέστο» τοῦ νέου ρεύματος. Ἡ κατάσταση «κρίσης» πού δημιουργήθηκε (γιά νά προτρέξουμε στήν ὁρολογία τοῦ Kuhn) ὀδήγησε σέ τόσο ραγδαῖες ἐξελίξεις, ὥστε, στά τέλη τῆς ἴδιας δεκαετίας, ὁ Λογικός Θετικισμός θεωροῦνταν καθολικά ξεπερασμένος.

Ἡ στροφή αὐτή στήν ἀγγλοσαξονική ἐπιστημολογία εἶναι

8. Ὁ Kuhn εἶναι ἱστορικός τῆς ἐπιστήμης, εἰδικός τοῦ 17ου αἰ. Ὁ Feyerabend εἶναι μαθητής τοῦ Popper καί στηρίζει τήν ἀνάλυσή του σέ μιά ἀνάλυση τῆς ἐπιστημονικῆς ἐπανάστασης τῶν ἀρχῶν τοῦ 20οῦ αἰ. Οἱ Hanson καί Toulmin ἐπηρεάζονται ἀπό τίς *Φιλοσοφικές Ἔρευνες* τοῦ L. Wittgenstein. Ὁ Polanyi ξεκινάει ἀπό μαρξιστικές ἀρχές. Δέν μπορούμε νά μιλήσουμε γιά μιά ἐνιαία σχολή. Οἱ βασικοί ἀντιπρόσωποι τοῦ ρεύματος προέρχονται ἀπό διαφορετικές παραδόσεις, διαφωνοῦν σέ πολλά σημεῖα, καί παίρνουν, στή δεκαετία πιά τοῦ '70, ὁ καθένας τό δικό του δρόμο. Συνήθως, ἡ νέα αὐτή τάση χαρακτηρίζεται ὡς «ιστορικισμός» ἢ «σχετικισμός» (relativism).

πρώτα απ' όλα αντίδραση στο άσφυκτικό πλαίσιο της Μαθηματικής Λογικής και του άκραιού Έμπειρισμού. Τό κεντρικό σημείο της διαμάχης είναι *ή φύση και ή εξέλιξη των επιστημονικών θεωριών*. Οί εκπρόσωποι του νέου ρεύματος θεωρούν ότι ή θετικιστική εικόνα της επιστήμης είναι διαστρεβλωτική, άγνοεί την άληθινή πρακτική τών επιστημόνων και τά πορίσματα της ιστορικής έρευνας και θυσιάζει στο βωμό ενός άπλοϊκού έμπειρισμού τόν κυριότερο παράγοντα επιστημονικής προόδου: τή δημιουργικότητα και τή φαντασία του έρευνητή. 'Η ιστορία της επιστήμης δείχνει ότι οί σημαντικότερες ανακαλύψεις δέν ήταν άπλές έρμηνείες νέων έμπειρικών δεδομένων, αλλά ότι, αντίθετα, ή δημιουργική θεωρία «ξεπερνά» πάντοτε τά διαθέσιμα στοιχεία. 'Η επιστήμη και ή όρθολογικότητα δέν άποτελούν ένα θαύμα: στην πραγματικότητα συγγενεύουν μέ τά άλλα πολιτιστικά φαινόμενα πολύ πιό στενά απ' όσο άφηναν νά έννοηθεί οί θετικιστές. "Έτσι, οί επιστημονικές θεωρίες, όπως κάθε άλλο ανθρώπινο κατασκεύασμα, είναι *ιστορικές* όντότητες, μέ γέννηση, άκμή και τέλος, και μέ συμμετοχή όχι μόνο στην άλήθεια, αλλά και στο λάθος.

'Η εξέλιξη της επιστήμης δέν είναι μιá όμαλή, γραμμική συσσωρευτική διαδικασία, αλλά ένα πολύ πιό σύνθετο φαινόμενο, μέ περιόδους συνέχειας και άσυνέχειας, μέ ριζικές αναθεωρήσεις και βαθιά ρήγματα.

Μπορούμε νά προσδιορίσουμε τρείς παράγοντες πού συνέβαλαν στη δημιουργία του νέου ρεύματος:

1. *'Η μείωση της άξιοπιστίας του Λογικού Θετικισμού*: Οί κριτικές πού διατυπώνονται και συσσωρεύονται, χωρίς νά παίρνουν ίκανοποιητική άπάντηση δέν όδηγούν, βέβαια, στη δημιουργία νέας λύσης και στην άνατροπή του Θετικισμού, αλλά συντελούν στη μείωση του κύρους του και έξηγούν τή γρήγορη επικράτηση τών νέων τάσεων.

'Αναφέρω άπλώς τίς κυριότερες κριτικές σέ έπιμέρους θέσεις του Θετικισμού⁹:

9. Γιά τίς συγκεκριμένες άναφορές δές βιβλιογραφία. Χρειάζεται όμως νά προστεθούν δυό λόγια για τόν Karl Popper. Μιά άνάλυση της σύγχρονης επιστημολογίας, πού δέν άναφέρεται άναλυτικά στόν Popper, ως ένα βαθμό έλλειπής. Τό κυριότερο χαρακτηριστικό του έργου του Popper είναι ότι ένώ θεμελιώνεται ταυτόχρονα περίπου μέ τό Λογικό Θετικισμό, εξελίσσεται συνέχεια και έξακολουθεί νά διατηρεί και σήμερα τήν επικαιρότητά του. Μάλιστα από τή «σχολή»

(α) *ή θέση Duhem-Quine.* Ο Quine (1951), επεκτείνοντας μία παλιότερη ιδέα του Duhem (1906) απορρίπτει την αρχή της επαλήθευσης του Λογικού Θετικισμού. Η επιστημονική θεωρία είναι μία σύνθετη δομή επιμέρους προτάσεων. "Αν, τώρα, ή θεωρία έρθει σέ αντίθεση μέ ένα εμπειρικό γεγονός, τό μόνο πού γνωρίζουμε είναι ότι κάποια άπ' τίς επιμέρους προτάσεις τής θεωρίας είναι λανθασμένη· δέν ξέρουμε, όμως, ποιά άκριβώς. Η θέση του Quine είναι ότι δέν έχουμε δικαίωμα νά μιλούμε γιά σημασία και γιά επαλήθευση μιās μεμονωμένης πρότασης, άφου ή «μονάδα εμπειρικής σημασίας είναι ή όλότητα τής επιστήμης». "Αν ή επαλήθευση μιās μεμονωμένης πρότασης είναι άδύνατη, καταρρέει όλόκληρο τό σύνθετο οικοδόμημα τών Θετικιστών.

(β) *Η κριτική τής επαγωγής (induction) και τής επικύρωσης (confirmation) άπό τόν Popper.* Άπ' τό 1934 ό Popper είχε προτείνει μία διαφορετική άνάλυση τών επιστημονικών θεωριών. Η θεμελίωση τής επαγωγής είναι λογικά άδύνατη άφου δέν ύπάρχει καμιά προνομιακή όδός άπό τά πράγματα στή θεωρία (έπαναλαμβάνει τήν κριτική τής αίτιότητας του Hume, χωρίς νά δέχεται τήν ψυχολογική λύση του). Λογικά άδύνατη είναι και ή επικύρωση (επαλήθευση) μιās θεωρίας: όσα τέστ κι άν περάσει, μέ έπιτυχία, πάντοτε ύπάρχει ή λογική δυνατότητα νά άποτύχει στό έπόμενο. Έπομένως τό μοντέλο τών θετικιστών είναι άστήρικτο. Γιά τόν Popper, οί θεωρίες δέν είναι επαγωγικά, αλλά, αντίθετα παραγωγικά συστήματα. Η ανθρώπινη φαντασία και δημιουργικότητα κατασκευάζει γενικές, θεωρητικές ύποθέσεις. Η επιστημονική όρθολογικότητα συνίσταται στή συνεχή, κριτική άπόρριψη αυτών τών ύποθέσεων, πού έπιτυγχάνεται μέ άντιπαράθεση πρός τήν έμπειρία (falsification) και τή θεμελίωση νέων καλύτερων ύποθέσεων. "Όλες, λοιπόν, οί επιστημονικές θεωρίες είναι λανθασμένες. Υπάρχει όμως μία άντικειμενική πρόοδος, γιατί, σέ τελευταία άνάλυση, άπομακρυνόμαστε άπ' τό λάθος και πλησιάζουμε στήν άλήθεια.

(γ) *Η διάκριση παρατήρησης - θεωρίας:* "Όλοι οί επικριτές συμφωνούν ότι ή διάκριση είναι αυθαίρετη και θά πρέπει νά

του Popper προέρχεται ή πιό έγκυρη, ίσως, τάση τής δεκαετίας του '70, ή «μεθοδολογία τών έρευνητικών προγραμμάτων» του Lakatos. Ο λόγος γιά τόν όποιο δέν άναφέρθηκα αναλυτικά στόν Popper είναι ότι ή επιστημολογία του, κρατώντας ίση άπόσταση άπό τό θετικισμό και τόν «ιστορικισμό» δέ θίγεται ουσιαστικά άπό τήν εμφάνιση του νέου ρεύματος.

ἀπορριφθεῖ, ἂν δέν ἐπινοηθεῖ ἓνα νέο ἀξιόπιστο κριτήριο.

2. *Οἱ παράλληλες ἐξελίξεις στόν τομέα τῆς Φιλοσοφίας τῆς Γλώσσας*: Εἶδαμε τό ρόλο πού ἔπαιξε «ἡ στροφή πρὸς τή γλώσσα» στά πρῶτα βήματα τοῦ Λογικοῦ Θετικισμοῦ. Γιά μιὰ μεγάλη χρονική περίοδο (ἀκολουθώντας τή γραμμή πού εἶχε χαράξει τό *Tractatus* τοῦ Wittgenstein) ἡ Φιλοσοφία τῆς Γλώσσας στόν ἀγγλοσαξονικό χῶρο ἔτεινε στήν κατάδειξη τῶν ἀτελειῶν καί τῶν ἀντιφάσεων τῆς καθημερινῆς γλώσσας καί στήν κατασκευή τεχνητῶν, συνεπῶν γλωσσῶν.

Στή δεκαετία ὅμως 1950-60 κάτω ἀπ' τήν ἐπίδραση τώρα, τῶν τελευταίων γραπτῶν τοῦ Wittgenstein (*Φιλοσοφικές Ἔρευνες*, 1953) δημιουργεῖται μιὰ ἀντίστροφη τάση. Ἀμφισβητεῖται ἡ γνωστική σημασία τῶν τεχνητῶν γλωσσῶν καί προβάλλεται ὡς πεδίο ἀνάλυσης ἡ φυσική, καθημερινή γλώσσα μέ ὅλες τίς ιδιομορφίες της. Παύει νά ἐνδιαφέρει μόνο ἡ καταφατική μορφή προτάσεων καί ἀναπτύσσεται ἡ «πραγματολογική» διάσταση τῆς γλώσσας, δηλ. ἡ σχέση τοῦ λόγου μέ τόν ὁμιλητή.

Δέν μπορούμε βέβαια νά μιλήσουμε γιά ἄμεση, αἰτιακή σχέση στίς ἀλλαγές τῶν δύο τομέων (ἂν καί ἡ ἐπίδραση τῶν *Φιλοσοφικῶν Ἐρευνῶν* τοῦ Wittgenstein εἶναι ἐκδηλη στόν Toulmin καί τόν Hanson). Ὑπάρχει ὅμως μιὰ ἔμμεση σύνδεση, ἡ δημιουργία ἑνός κοινοῦ ἀντι-θετικιστικοῦ κλίματος πού ἐκδηλώνεται καί στούς δύο τομεῖς μέ τήν τάση ἀπαλλαγῆς ἀπό τούς περιορισμούς τῆς τυπικῆς λογικῆς καί τοῦ ἄγονου ἐμπειρισμοῦ.

3. *Ἡ ἀνάπτυξη τῆς Ἱστορίας τῶν Ἐπιστημῶν*: (ὁ, κατά γενική ὁμολογία, καθοριστικότερος παράγοντας).

Τό κυριότερο χαρακτηριστικό τοῦ Λογικοῦ Θετικισμοῦ εἶναι ὁ ἀντι-ἱστορικός του χαρακτήρας. Ἡ ἐπικράτηση τοῦ Λογικοῦ Θετικισμοῦ στήν ἀγγλοσαξονική Ἐπιστημολογία ὀδήγησε σέ μιὰ πλήρη ἀπομόνωση τῆς Φιλοσοφίας ἀπ' τήν Ἱστορία τῶν ἐπιστημῶν. Τό γεγονός αὐτό ἀποτελεῖ ιδιομορφία αὐτῆς τῆς παράδοσης καί στοιχεῖο ἀντίθεσης μέ τίς εὐρωπαϊκές «ἐπιστημονικές φιλοσοφίες» πού ἀναπτύχθηκαν σέ στενή σχέση μέ τήν Ἱστορία¹⁰. Ὁ κύριος ρόλος τῆς Ἱστορίας τῆς ἐπιστήμης, σ'

10. Ἀρκεῖ νά κάνει τή σύγκριση κανεῖς μέ τή γαλλική ἐπιστημονική φιλοσοφία τῶν ἀρχῶν τοῦ αἰῶνα γιά νά καταλάβει τή διαφορά. Ἡ γαλλική σχολή (Comte Duhem, Tannery, Brunshvicg, Meyerson) εἶναι περισσότερο φιλοσοφική ἱστορία τῶν Ἐπιστημῶν παρά Ἐπιστημολογία. Εἶναι χαρακτηριστικό ὅτι θεμελιωτής τῆς νέας ἀγγλοσαξονικῆς ἱστοριογραφίας εἶναι ὁ Alexandre Koyré, πού

αυτό τό πλαίσιο, είναι *παιδαγωγικός*: τείνει στη διευκρίνιση και στη βαθύτερη κατανόηση τῶν μεθόδων καί ἐννοιῶν τῆς *σύγχρονης* ἐπιστήμης, ἀποκαθιστώντας τήν ἐξέλιξή τους. Στήν οὐσία ταυτίζονται, μέ τή συσσωρευση ἀνεκδότων καί χρονολογιῶν.

Ἡ κατάσταση ἀλλάζει στή δεκαετία τοῦ '50. Ἡ Ἱστορία τῶν ἐπιστημῶν ἀποκτᾶ τήν αὐτονομία της ὡς ἐπιστημονικός κλάδος, τοὺς δικούς της σκοπούς καί τίς δικές της μεθόδους. Σ' αὐτή τήν ἀλλαγὴ, καθοριστική εἶναι ἡ συμβολή τοῦ Alexandre Koyré καί τοῦ Herbert Butterfield. Μέ τό ἔργο καί τή διδασκαλία τους διαμορφώνεται μιὰ νέα γενιά ἱστορικῶν πού θεωροῦν ὅτι ὁ κλάδος τους δέν ἔχει ἀπλῶς βοηθητικό χαρακτήρα, ἀλλά εἶναι οὐσιαστικό συνθετικό τῆς *ἱστορίας τῶν ἰδεῶν* (καί ὡς ἓνα βαθμὸ τῆς κοινωνικῆς καί πολιτιστικῆς ἱστορίας). Συντελεῖται, λοιπόν, μιὰ *ιστοριογραφικὴ ἐπανάσταση*, τῆς ὁποίας τὰ πορίσματα ῥῆγορα ἔρχονται σέ ἀντίθεση μέ τή θετικιστικὴ ἀνάλυση τῆς ἐπιστήμης.

Ὅρισμένες παλιότερες καί ξεπερασμένες πιά σήμερα θεωρίες — ἡ ἀριστοτελικὴ φυσικὴ, ἡ «φλογιστικὴ» χημικὴ θεωρία κτλ. φωτίζονται μέ νέο φῶς καί ἀποδεικνύεται ὅτι, ὄχι μόνο δέν ἦταν μιὰ σειρά προλήψεων καί λαθῶν, ἀλλά, ἀπεναντίας, διέθεταν ἀξιόλογη συνοχὴ καί ἀποτελεσματικότητα. Ἡ νέα ἱστοριογραφία τείνει νά ἀποκαταστήσει αὐτὰ τὰ χαρακτηριστικὰ ἀδιαφορώντας γιά τίς σύγχρονες ἀπόψεις τῆς ἐπιστήμης, νά περιγράψει τήν παλιότερη ἐπιστήμη ὡς αὐτόνομη, σφαιρικὴ δομὴ.

Ἡ ἱστορικὴ ἔρευνα φανερώνει ὅτι ἡ ἐπιστήμη οὔτε τόσο ἐμπειρικὴ καί ἐπαγωγικὴ ὑπῆρξε, οὔτε ἀναπτύχθηκε τόσο εὐθύγραμμα. Ὁ Γαλιλαῖος καί ὁ Newton στηρίχτηκαν σέ ὑποθέσεις, πού κάθε ἄλλο παρά ἐμπειρικὲς γενικεύσεις ἦταν, καί τό πέρασμα ἀπὸ τήν ἀριστοτελικὴ στή νευτώνια μηχανικὴ δέν ἀπαίτησε ἓνα νέο σύνολο ἐμπειρικῶν δεδομένων, ἀλλά, ὅπως γράφει ὁ Butterfield, θεμελιώθηκε «στήν ἴδια δέσμη γεγονότων, ὅπως πρὶν, τὰ ὁποῖα ἐνέταξε σ' ἓνα νέο σύστημα ἀμοιβαίων συνδέσεων, δίνοντας ἓνα διαφορετικὸ πλέγμα». Τὰ πορίσματα τῆς ἱστορίας τῶν ἐπιστημῶν συμβάλλουν περισσότερο ἀπὸ κάθε ἄλλον παράγοντα στή στροφή τῆς δεκαετίας τοῦ '60.

προέρχεται ἀπὸ τήν εὐρωπαϊκὴ παράδοση. Μπορεῖ βέβαια νά ὑποστηριχτεῖ, ἀντίστροφα, ὅτι ἡ ὑπερβολικὴ προσήλωση τῆς γαλλικῆς ἐπιστημολογίας στήν Ἱστορία εὐθύνεται γιά τή σημερινὴ ἀπουσία μιᾶς ἐπιστημολογικῆς παράδοσης στή Γαλλία (ἂν ἐξαίρεσει κανεῖς τή σχετικὰ σύντομη παρένθεση τοῦ G. Bachelard καί τῶν μαθητῶν του).

Γιά να προσδιορίσουμε τά βασικά χαρακτηριστικά του νέου ρεύματος, θά χρειαστεί να αναλύσουμε λεπτομερειακά τό έργο του T.S.Kuhn. Τό έργο αυτό προσφέρεται για τήν εξαγωγή συμπερασμάτων, και γιατί ό συγγραφέας του είναι κεντρική φυσιογνωμία στό νέο ρεύμα και γιατί, όπως ένα έργο ευαίσθητο στις κριτικές και εξελισσόμενο, αντακλά τις κύριες τάσεις της δεκαετίας.

Πρίν περάσουμε όμως στόν Kuhn, πρέπει να τονίσουμε ένα σημείο. Η κατάσταση κρίσης πού δημιουργείται αυτή τήν περίοδο στόν κλάδο αναδεικνύει ως κεντρικά προβλήματα, *τή δομή και τήν αλλαγή των επιστημονικών θεωριών*. Θίγονται ακόμη όρισμένα θέματα, πού συνδέονται στενά μ' αυτά, όπως ή επαγωγή, ή επίκρυψη των θεωριών, ή φύση της εξήγησης και της δικαιολόγησης κτλ. Η επιστημολογία όμως δεν εξαντλείται σ' αυτά τά προβλήματα. Έτσι, οι συζητήσεις πάνω στην αιτιότητα, στην μέτρηση, στην τροπικότητα (modality), στό ρόλο των μοντέλων στην επιστήμη, στό χρόνο και τό χώρο, για να αναφέρουμε μόνο μερικά παραδείγματα, συνεχίζονται χωρίς να παρουσιάζουν αισθητά συμπτώματα κρίσης. Η παρατήρηση αυτή αιτιολογεί τό σχετικά μονομερή χαρακτήρα των αναλύσεων πού θά ακολουθήσουν και των στοιχείων πού θά δοθούν.

β. Η ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΕΩΝ¹¹

Ο Kuhn ολοκληρώνει τις σπουδές του στην Φυσική και, στην συνέχεια, στρέφεται βαθμιαία προς τήν Ιστορία των Επιστημών. Η μελέτη της Ιστορίας των Επιστημών τον πείθει ότι ή τρέχουσα θετικιστική ανάλυση της επιστήμης είναι ανεπαρκής και παραπλανητική. Διατηρεί ένα απλώς έρασιτεχνικό ενδιαφέρον για τήν Επιστημολογία, ως τήν εποχή πού γράφει τή *Δομή των Επιστημονικών Επαναστάσεων*. Η έκπληκτική όμως επιτυχία του βιβλίου, ό αντίκτυπος και οι συζητήσεις πού προκαλεί σε φιλόσοφους και επιστήμονες, τον εισάγουν de facto, και μάλιστα ως κεντρική μορφή, στό πεδίο της Επιστημολογίας. Μετά τό 1962 τό μεγαλύτερο μέρος των δημοσιεύσεών του —γιατί ταυτόχρονα συνεχίζει τις ιστορικές του έρευνες— αφιερώνεται

11. Ένα κεφάλαιο της *Δομής των Επιστημονικών Επαναστάσεων* έχει μεταφραστεί στα Έλληνικά από τον Άρ. Κουτουγκό και δημοσιευτεί στό περιοδικό *Δευκαλίων* (τεύχος 16, 1976).

στήν υπεράσπιση, στήν τροποποίηση καί στή «φιλοσοφικότερη» κωδικοποίηση τῶν θέσεων τῆς *Δομῆς τῶν Ἐπιστημονικῶν Ἐπαναστάσεων*. Ὁ Kuhn, ἐπομένως, γράφει τό βασικό του βιβλίο ὡς *ιστορικός* καί ὄχι ὡς *φιλόσοφος* τῆς ἐπιστήμης. Ἔτσι ἐξηγεῖται ἡ σχετική ἀσάφεια τῆς ὀρολογίας του, ἡ ἀπουσία τῶν καθαρά φιλοσοφικῶν ἀναφορῶν, ἡ ἔλλειψη μιᾶς αὐστηρῆς δομῆς.

Ὡς *ιστορικός*, ὁ Kuhn εἶναι εἰδικός τῆς «ἐπιστημονικῆς ἐπανάστασης» τοῦ 17ου αἰ. Τῆς ἀντικατάστασης, δηλ., τοῦ ἀριστοτελικοῦ «κλειστοῦ κόσμου» ἀπ' τό «ἀνοικτό σύμπαν» τοῦ Κοπέρνικου, τοῦ Γαλιλαίου καί τοῦ Newton (γιά νά χρησιμοποιήσουμε τίς ἐκφράσεις τοῦ Alexandre Koyré). Εἶναι χρήσιμο, λοιπόν, νά ἔχουμε στό νοῦ μας ὅτι πίσω ἀπ' τή γενική κατηγορία «ἐπιστημονική ἐπανάσταση» τῆς *Δομῆς* βρίσκεται τό πρότυπο αὐτῆς τῆς συγκεκριμένης ἐπανάστασης. Ὁ ἴδιος ἀναφέρει ὅτι ἡ «διαφώτιση» του, ἡ ξαφνική ἔλευση τῆς βασικῆς του ἰδέας, ἦρθε ὅταν μελετοῦσε τήν ἰδιαιτερότητα τῆς Ἀριστοτελικῆς Φυσικῆς. Τότε κατάλαβε ὅτι ὑπάρχουν πολλοί τρόποι ἀνάγνωσης ἐνός κειμένου τοῦ παρελθόντος καί ὅτι ὁ χειρότερος τρόπος προσέγγισης εἶναι αὐτός πού φαίνεται φυσικότερος στό σύγχρονο ἀναγνώστη: ἡ προσέγγιση δηλ. πού στηρίζεται στό σύνολο τῶν τωρινῶν γνώσεων καί πεποιθήσεων καί προσπαθεῖ νά προσδιορίσει τίς ἀποκλίσεις τοῦ κειμένου ἀπ' αὐτό τό σύνολο. Ἡ ἀδυναμία αὐτοῦ τοῦ τρόπου ἀνάγνωσης ὀφείλεται στό γεγονός ὅτι ἀπ' τήν ἐποχή τοῦ κειμένου μέχρι σήμερα ἔχει μεσολαβήσει «ἕνα εἶδος σφαιρικῆς ἀλλαγῆς στόν τρόπο πού οἱ ἄνθρωποι βλέπουν καί περιγράφουν τή φύση¹²», μιᾶ ἀλλαγῆ πού δέν μπορεῖ νά ἀναχθεῖ οὔτε σέ ἀπλές προσθηκῆς στή συνολική γνώση οὔτε σέ ἀπλή διόρθωση ἐπιμέρους λαθῶν. Ἡ βασική του λοιπόν ἰδέα εἶναι ὅτι οἱ ἐπιστημονικές γνώσεις κάθε ἐποχῆς ἀρθρώνονται σέ ἕνα αὐτόνομο σύστημα, μέ τή δική του ἀξία καί λειτουργικότητα, πού δέν μπορεῖ νά κριθεῖ μέ τά δικά μας, σημερινά κριτήρια ἐπιστημονικότητας. Ἡ ἀνάπτυξη τῆς ἐπιστήμης εἶναι μιᾶ ριζικά ἀσυνεχῆς διαδικασία, μιᾶ ἀκολουθία βίαιων ἀνατροπῶν.

Στή *Δομή τῶν Ἐπιστημονικῶν Ἐπαναστάσεων* ὁ Kuhn εἰσάγει μιᾶ ἐντελῶς νέα ὀρολογία.

Μέ τόν ὄρο *ἐπιστημονική κοινότητα* (scientific community) χαρακτηρίζει ἕνα σύνολο ἐπιστημόνων μέ συναφές πεδίο ἔρευνας,

12. *Essential Tension*, Chicago, 1977, Εἰσαγωγή, σ. xiii.

πού ασπάζονται τις ίδιες βασικές αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης και τη μεθοδολογία της. Ζούν σέ σχετική απομόνωση απ' τήν υπόλοιπη κοινωνία και τούς άλλους επιστήμονες, μιλούν τήν ίδια «γλώσσα» βλέπουν τά πράγματα κάτω απ' τήν ίδια «όπτική». Είναι ή βασική κοινωνιολογική μονάδα του Kuhn —δέν τόν ενδιαφέρει τόσο ό μεμονωμένος επιστήμονας, όσο ή συλλογική μορφή πού παίρνει ή έρευνα στήν επιστήμη.

Τό βασικό χαρακτηριστικό τής επιστημονικής κοινότητας είναι ή αποδοχή ενός κοινού *Παραδείγματος* (paradigm)¹³. 'Η έννοια αυτή —ή πιό βασική και πολυσυζητημένη στό σύστημα τής *Δομής*— παραμένει σχετικά άσαφής στό σύνολο του βιβλίου, φαίνεται νά περιγράφει περισσότερο από ένα πράγματα, όπως όμολογεί και ό ίδιος ό Kuhn. 'Η πρωταρχική, πάντως, χρήση του όρου, ή συνδεδεμένη μέ τήν πρωτοτυπία τής ανάλυσης τής *Δομής*, υποδεικνύει «τό σύνολο τών πεποιθήσεων, τών άναγνωρισμένων αξιών και τών τεχνικών πού ασπάζονται τά μέλη μιās δεδομένης ομάδας επιστημόνων». Δέν ταυτίζεται λοιπόν τό παράδειγμα μέ μιá επιστημονική θεωρία, έχει μιá πολύ σφαιρικήτερη διάσταση. Περικλείει «νόμους, θεωρίες, εφαρμογές και πειραματισμό ταυτόχρονα» (σ. 10)¹⁴, και άποτελείται «άπό ένα ισχυρό πλέγμα έννοιολογικών, θεωρητικών, πειραματικών και μεθολογικών παραδοχών» άκόμη και «σχεδόν - μεταφυσικών» (σ. 42, 41).

'Υπάρχει μιá «κυκλικότητα» στόν όρισμό επιστημονικής κοινότητας και Παραδείγματος: ή μιá έννοια φαίνεται νά όρίζεται μέ βάση τήν άλλη. Είναι ένα σημείο πού δέν επεξηγείται στό πλαίσια του βιβλίου, αλλά δέ νομίζω ότι δημιουργεί σοβαρά προβλήματα στή γενική εικόνα. 'Εδω θά θεωρήσουμε ότι επιστημονική κοινότητα και Παράδειγμα δημιουργούνται ταυτόχρονα και άλληλοεξαρτώνται.

'Η σύνδεση μιās δεδομένης επιστημονικής κοινότητας μέ ένα, μοναδικό Παράδειγμα δημιουργεί μιá ιδιαίτερα άυστηρή παράδοση επιστημονικής έρευνας, πού ό Kuhn όνομάζει *φυσιολογική επιστήμη* (normal science). Στή φυσιολογική επιστήμη, άφιερώνεται όλος σχεδόν ό χρόνος και ή δημιουργικότητα τών περισσότερων επιστημόνων. Είναι ή εργασία στό έσωτερικό και υπό τήν

13. Για όρισμένα προβλήματα άπόδοσης όμως δές τό μεταφραστικό σημείωμα.

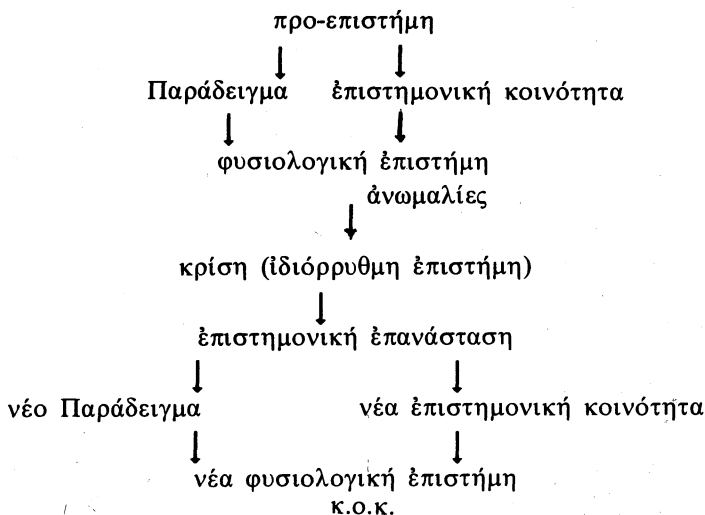
14. Οί άναφορές παραπέμπουν στίς σελίδες τής δεύτερης έκδοσης τής *Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, 1970.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗ

καθοδήγηση ενός Παραδείγματος, πού τείνει στην άποσαφήνιση, στη διάρθρωση και την αύξηση της ακρίβειάς του. Τό Παράδειγμα καθορίζει τη σημασία και τη φύση των προβλημάτων πού πρέπει νά λυθούν, τίς κατάλληλες μεθόδους και τά κριτήρια έπιστημονικότητας. 'Η φυσιολογική έπιστήμη είναι μιά δραστηριότητα επίλυσης γρίφων (puzzle - solving activity), προορισμένη νά παραμείνει στό έσωτερικό ενός Παραδείγματος, πού σέ καμία περίπτωση δέν άμφισβητείται. 'Η δημιουργία «φυσιολογικών παραδόσεων» είναι γιά τόν Kuhn, κριτήριο ώριμότητας μιās έπιστήμης.

'Η φυσιολογική έπιστήμη αντιδιαστέλλεται από την *ιδιόρρυθμη έπιστήμη* (extraordinary science), στη διάρκεια της όποιας δέν έχουμε επικράτηση ενός Παραδείγματος, αλλά μιά κατάσταση άντιδικίας ανάμεσα σέ άσυμβίβαστα ή άντιθετικά Παραδείγματα. Είναι μιά κατάσταση ρευστή, όπου τά ίδια τά θεμέλια της έπιστήμης άμφισβητούνται, μιά κατάσταση κρίσης, σύμφωνα μέ την όρολογία του Kuhn.

'Η *Δομή των Έπιστημονικών Έπαναστάσεων* εισάγει ένα νέο μοντέλο άνάπτυξης της έπιστήμης, πού μπορεί νά περιγραφεί σχηματικά μέ την παρακάτω χρονική άκολουθία¹⁵.



15. Τό σχήμα αυτό είναι παραλλαγή ενός σχήματος πού υιοθετεί ό Α. F. Chalmers, στό *What is this Thing Called Science*, Queensland, 1976, σ. 86.

Ἡ ἐπιστήμη ἀρχίζει, γιά τόν Kuhn, μέ τήν ἐμφάνιση τοῦ πρώτου Παραδείγματος (καί τή δημιουργία τῆς πρώτης ἐπιστημονικῆς κοινότητας). Μέχρι τότε δέν ὑπάρχει ἐπιστήμη, ἀλλά μιὰ πλειάδα ἀντιμαχόμενων «σχολῶν» καί ἀπόψεων¹⁶.

Τό Παράδειγμα κερδίζει τή γενική ἀποδοχή, οἱ ἐπιστήμονες παύουν νά θέτουν σέ συνεχή ἀμφισβήτηση τά θεμέλια τοῦ κλάδου τους καί ἀφοσιώνονται στή «φυσιολογική ἔρευνα», πού γρήγορα ἀποδίδει καρπούς. Οἱ νέες γενιές τῶν ἐπιστημόνων ἐκπαιδεύονται στό φῶς τοῦ ἀποδεκτοῦ Παραδείγματος, μαθαίνουν νά ἔχουν τίς ἴδιες ἀξίες καί τήν ἴδια ὀπτική μέ τούς ἐκπαιδευτές τους. Ἡ ἐκπαιδευτική αὐτή εὐθυγράμμιση περνᾷ μέσα ἀπό τά διδακτικά ἐγχειρίδια καί τά ἔργα πού θεωροῦνται κλασικά, καί παίξει τεράστιο ρόλο στήν οἰκονομία δυνάμεων καί στήν ἀποδοτικότητα τοῦ κλάδου.

Ἡ «στράτευση» σ' ἓνα Παράδειγμα δέν εἶναι μόνο ἡ ἀποδοχή μιᾶς θεωρίας. Εἶναι ταυτόχρονα μιὰ ὄντολογική παραδοχή (ἀπό τί εἶδους ὄντότητες ἀποτελεῖται ὁ κόσμος), μιὰ μεθοδολογική κατεύθυνση (ποιά προβλήματα εἶναι σημαντικά καί τί θεωρεῖται ἐπιστημονική λύση) καί μιὰ κοινή γλώσσα. Ἡ στράτευση εἶναι λοιπόν τόσο ὀλοκληρωτική, ὥστε ὁ Kuhn φτάνει νά μιᾷ γιά εἴσοδο σέ ἓνα νέο κόσμο.

Ἡ δραστηριότητα ἐπίλυσης γρίφων τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης δέν εἶναι, ὡστόσο, μιὰ συνεχῶς ἐπιτυχημένη διαδικασία. Ὑπάρχουν ὀρισμένα προβλήματα, πού παρά τή θεμελιώδη σημασία τους καί τίς ἐπανελημμένες προσπάθειες τῆς κοινότητας, ἔξακολουθοῦν νά παραμένουν ἄλυτα. Ἀπ' τήν ἄλλη μεριά, ὀρισμένα πειράματα καί νέες παρατηρήσεις μποροῦν νά ὀδηγήσουν σέ δεδομένα πού διαψεύδουν μιὰ ἀποδεκτὴ πεποίθηση. Τέτοιες περιπτώσεις συνιστοῦν ἀνωμαλίες γιά τό Παράδειγμα, καί μιὰ συσσώρευση ἀνωμαλιῶν μπορεῖ νά ὀδηγήσει σέ ἀνατροπή τοῦ Παραδείγματος. Βέβαια, οἱ ἀνωμαλίες εἶναι ὡς ἓνα βαθμό φυσικές· κανένα Παράδειγμα δέν εἶναι ἀπαλλαγμένο ἀπό ἀνωμα-

16. Σέ κατάσταση προ-ἐπιστημονική βρίσκονται, γιά τόν Kuhn, οἱ περισσότερες κοινωνικές ἐπιστήμες, ὅπου κυριαρχεῖ μιὰ παρόμοια κατάσταση. Θά εἰσέλθουν στήν ἐπιστημονική τους περίοδο, ὅταν ἐπικρατήσῃ κι ἐκεῖ ἓνα καθολικά ἀποδεκτό Παράδειγμα. Ὁ Kuhn δέ δίνει περισσότερα στοιχεῖα γιά τήν ἐφαρμογή τοῦ σχήματός του στό πεδίο τῶν κοινωνικῶν ἐπιστημῶν, ἀλλά εἶναι γεγονός ὅτι πάρα πολλοί βιάστηκαν νά ἐπεκτείνουν τήν ἀνάλυση τοῦ Kuhn στό πεδίο τους. Δές καί T.S. Kuhn «Comment» (on the Relation between Science and Art) *Comparative Studies in Society and History*, 1969, σ. 403-12.

λίες, και τίς περισσότερες φορές, οί επιστήμονες έχουν πλήρη επίγνωση αὐτοῦ τοῦ γεγονότος, χωρίς νά χάνουν τήν πίστη τους στό Παράδειγμα. Τό ἐρώτημα πού γεννιέται, φυσικά, εἶναι σέ ποιά περίπτωση ἡ συσσώρευση τῶν ἀνωμαλιῶν θεωρεῖται τόσο σημαντική, ὥστε νά ὀδηγήσει στήν ἀνατροπή τοῦ Παραδείγματος.

Τό ἐρώτημα εἶναι κρίσιμο καί δέν ἐπιδέχεται μιά γενική λύση. Ἡ ἱστορία τῶν ἐπιστημῶν δείχνει ὅτι δέν ἰσχύουν πάντα τά ἴδια κριτήρια, οὔτε ἔχουμε πάντα μπροστά μας ὄλα τά δεδομένα τοῦ προβλήματος. Ἐκεῖνο, πάντως, πού μπορούμε νά ὑποστηρίξουμε εἶναι ὅτι δέν ἔχει τόσο σημασία ὁ ἀριθμός τῶν ἀνωμαλιῶν ὅσο ἡ σπουδαιότητά τους. Σημαντικότερες ἀνωμαλίες θεωροῦνται ἐκεῖνες πού θίγουν τά θεμέλια ἐνός Παραδείγματος, τά ἀναπόσπαστα μέρη του. Βασικό ἀκόμη στοιχεῖο στή μείωση τῆς ἀξιοπιστίας ἐνός Παραδείγματος εἶναι ἡ ὑπαρξη (ἢ ἡ γένεση) ἐνός ἀντίθετου Παραδείγματος πού καταφέρνει νά συμβιβάσει τίς ἀνωμαλίες.

Ἡ συσσώρευση ἀνωμαλιῶν ὀδηγεῖ στήν κατάσταση κρίσης. Ἡ ἐπιστημονική κοινότητα χάνει τήν ἐμπιστοσύνη της στό Παράδειγμα καί ἀρχίζει πάλι ἡ ἀμφισβήτηση τῶν θεμελιῶν τοῦ κλάδου. Ἀρχίζει μιά περίοδος διαμάχης ὅπου διάφορα Παραδείγματα, νέα καί παλιά, συνυπάρχουν καί ἀντιτίθενται. Εἶναι ἡ — σύντομη συνήθως — περίοδος τῆς ἰδιόρρυθμης ἐπιστήμης, πού ὁ Kuhn περιγράφει μέ ἕνα καθαρά πολιτικό λεξιλόγιο. Τό Παράδειγμα μοιάζει μέ τήν κοινωνία, πού βρίσκεται σέ ἐπαναστατική περίοδο· οἱ θεωρίες του καί οἱ μεθοδολογικές ἐπιταγές του εἶναι οἱ θεσμοί πού δέν καταφέρνουν νά ἐπιβάλουν τήν τάξη· ἀκολουθεῖ μιά περίοδος ἀναρχίας, ὅπου διάφορες κοινωνικές ὁμάδες διεκδικοῦν τήν ἐξουσία· ἡ κριτική ἐπιχειρηματολογία δίνει προοδευτικά τή θέση της στίς μεθόδους πειθαναγκασμοῦ τῶν μαζῶν· ἡ ἐξουσία τελικά κερδίζεται ὄχι ἀπ' τό ὀρθότερο πρόγραμμα ἀλλά ἀπό τό *πειστικότερο*. Παρόμοια, στό πεδίο τῆς Ἐπιστήμης, ἡ περίοδος τῆς κρίσης λύνεται μέ τήν ἐπικράτηση ἐνός νέου Παραδείγματος. Ἡ ἐπικράτηση ὅμως, κατά κανόνα, δέν ὀφείλεται ἀποκλειστικά στήν ἐξηγητική πληρότητα τοῦ νέου Παραδείγματος· ὁ διάλογος τῶν ἐπιστημῶν φτάνει νά μοιάζει μέ διάλογο κουφῶν καί ἡ τελική τους ἐπιλογή μοιάζει περισσότερο μέ «θρησκευτική μεταστροφή» ἢ ξαφνική ἀλλαγή ὀπτικῆς εἰκόνας, ὅπως στά πειράματα τῆς μορφολογικῆς ψυχολογίας (gestalt switches).

Ἡ ἐπικράτηση ἑνός νέου Παραδείγματος, σημειώνει τὴν ὀλοκλήρωση μιᾶς ἐπιστημονικῆς ἐπανάστασης. Γιὰ τὸν Kuhn, λοιπόν, οἱ ἐπιστημονικὲς ἐπαναστάσεις εἶναι ἐκεῖνα τὰ ἀσυνεχῆ ἀναπτυξιακὰ ἐπεισόδια, στὴ διάρκεια τῶν ὁποίων «οἱ πεποιθηθεὶς τῶν εἰδικῶν μεταβάλλονται ριζικὰ» (σ. 16) καὶ ἕνα «παλιότερο Παράδειγμα ἀντικαθίσταται, ἐξ ὀλοκλήρου ἢ ἐνμέρει ἀπὸ ἕνα νέο καὶ ἀσυμβίβαστο Παράδειγμα» (σ. 91). Ἡ ἐπιστημονικὴ ἐπανάσταση ὁδηγεῖ σὲ μιὰ ἀναδιάταξη τῶν ἐπιστημονικῶν κοινοτήτων, στὴν ἐγκαθίδρυση μιᾶς νέας φυσιολογικῆς ἐρευνητικῆς παράδοσης, σὲ μιὰ νέα περίοδο «ἡρεμίας» κ.ο.κ.

Ἐκεῖνο πού θεωρήθηκε ἰδιαίτερα ριζοσπαστικό ἢ «αἰρετικό» στὴ θεώρηση τοῦ Kuhn, εἶναι ὁ *τρόπος* πού λύνεται ἡ περίοδος τῆς κρίσης, ἢ *φύση* τῆς ἐπιστημονικῆς ἐπανάστασης. Ἡ ἀλλαγὴ πού συντελεῖται στὴ διάρκεια μιᾶς ἐπανάστασης δὲν εἶναι δυνατό, γιὰ τὸν Kuhn, νὰ ἀναχθεῖ σὲ μιὰ ἀπλή λογικὴ συγκριτικὴ ἀποτίμηση, μιὰ «ἐπανερμηνεία ὀρισμένων σταθερῶν καὶ ἀτομικῶν δεδομένων» (σ. 14). Ἡ ἱστορικὴ ἔρευνα δείχνει ὅτι ἡ εἰσαγωγὴ ἑνός νέου Παραδείγματος προκαλεῖ τεράστια προβλήματα ἐπικοινωνίας ἀνάμεσα στοὺς ἐπιστήμονες. Οἱ ἐπιστήμονες διαφωνοῦν γιὰ τὴν ἐπιστημονικὴ μέθοδο, γιὰ τὰ κυριότερα τρέχοντα ἐπιστημονικὰ προβλήματα, γιὰ τὸ νόημα τῶν ὄρων πού χρησιμοποιοῦν (μιλοῦν διαφορετικὴ γλῶσσα), φαίνονται νὰ ζοῦν σὲ διαφορετικούς κόσμους. Τὰ Παραδείγματα πού ἀσπάζονται εἶναι *ἀσύμμετρα* (incommensurable). Ὁ Kuhn δανεῖζεται αὐτὸν τὸν ὄρο ἀπ' τὰ μαθηματικά γιὰ νὰ τονίσει ὅτι ἡ προ-ἐπαναστατικὴ καὶ μετεπαναστατικὴ ἐπιστῆμη δὲν εἶναι ἀπλῶς ἀσυμβίβαστες, ἀλλὰ δὲν ἔχουν οὔτε κἀν κοινὸ μέτρο σύγκρισης. Δὲν μποροῦμε λοιπόν νὰ συγκρίνουμε δύο διαδοχικὰ Παραδείγματα σὲ ἀντικειμενικὴ βάση, οὔτε νὰ διατυπώσουμε ἀξιολογικὲς κρίσεις γιὰ τὴν ὀρθότητα τοῦ καθενός. Τὸ μόνο πού μποροῦμε νὰ κάνουμε εἶναι νὰ κατανοήσουμε τὸ κάθε Παράδειγμα στὸ ἐννοιολογικὸ καὶ κοινωνιολογικὸ του πλαίσιο καὶ νὰ ἐκτιμήσουμε κατὰ πόσο εἶναι συνεπὲς μὲ τίς ἀρχές του καὶ ἀποτελεσματικὸ στὰ προβλήματα πού αὐτὸ θέτει πρὸς λύση.

γ. ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΛΗΨΕΩΝ ΤΟΥ KUHN

Ἡ Δομὴ τῶν Ἐπιστημονικῶν Ἐπανάστασεων βρίσκεται στὸ κέντρο τῶν συζητήσεων στὴ δεκαετία 1960-1970. Θεωρεῖται ὡς ἡ

πρώτη ολοκληρωμένη «εναλλακτική λύση» στη θετικιστική επιστημολογία, εξασκεί τεράστια επιρροή και, όπως είναι φυσικό, δέχεται ποικίλες κριτικές. Οί κριτικές αυτές μπορούν να καταταγούν, ως προς τό στόχο τους, σε δύο βασικές κατηγορίες. Ἡ πρώτη τείνει νά καταδείξει τήν *έσωτερική άσυνέπεια* τής άνάλυσης του Kuhn. Τονίζει, λοιπόν, τήν άοριστία τής όρολογίας του, τήν έλλειψη λειτουργικότητας τών βασικών του έννοιών, τή χαλαρότητα τών βασικών του συνδέσεων. Ἡ δεύτερη συγκεντρώνεται στίς *συνέπειες τών έπαναστατικών έπαναστάσεων*. Θεωρεί άθθαίρητη τήν είσαγωγή τής «άσυμμετρότητας» (incommensurability) τών Παραδειγμάτων και κατηγορεί τόν Kuhn ότι μετατρέπει τήν επιστημονική άλλαγή σε ζήτημα προσωπικού γούστου και άστάθμητων παραγόντων¹⁷.

Οί κριτικές αυτές θά οδηγήσουν τόν Kuhn σε μία μερική τροποποίηση τών άπόψεών του. Τείνοντας σε μία σταθερότερη βάση, θά μετατοπίσει τό κέντρο βάρους τής άνάλυσής του άπ' τήν ιστορία τών Ἐπιστημών στήν Ἐπιστημολογία. Τό άποτέλεσμα βρίσκεται σε τρία σημαντικά κείμενα, πού γράφει, τήν ίδια περίπου έποχή, τό 1969¹⁸, προσπαθώντας νά άπαντήσει στίς έπικρίσεις.

Ἐναγωνρίζει ότι οί βασικοί όροι παρέμειναν άσαφείς στή *Δομή*. Ειδικότερα ό όρος «Παράδειγμα», χρησιμοποιήθηκε με δύο διαφορετικές έννοιες. Ἐπ' τή μία μεριά, άντιστοιχοῦσε στό σύνολο τών πεποιθήσεων, μεθόδων, τεχνικών κτλ., πού άσπάζεται μία επιστημονική κοινότητα —είναι ή «σφαιρική» έννοια τοῦ

17. Τό πρώτο είδος κριτικῆς είναι κοινό σ' όλους όσοι παρουσίασαν ή έκριναν τό βιβλίο. Τό πιό χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας κριτικῆς είναι τό άρθρο: M. Masterman «The Nature of a Paradigm» σ. 59-90 στό Lakatos, Musgrave (eds): *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge, 1970, όπου ή συγγραφέας διακρίνει τουλάχιστο 22 διαφορετικές χρήσεις τοῦ όρου Παράδειγμα στά πλαίσια τής Δομῆς τών Ἐπιστημονικών Ἐπαναστάσεων. Για τό δεύτερο είδος κριτικῆς δές βιβλιογραφία. Είναι ένδεικτικό, ότι ένας μεγάλος αριθμός επιστημολόγων, πού άπορρίπτουν κι αυτοί τή θετικιστική άνάλυση τής επιστήμης άρνούνται νά δεχτοῦν τήν «άσυμμετρότητα» τών Παραδειγμάτων (Shapere, Achinstein, Putnam, Hesse, Lakatos).

18. Είναι (α) ό «Ἐπίλογος» στή δεύτερη έκδοση τής *Δομῆς*, Chicago, 1970, σ. 174-210 (β) τό κείμενο «Reflections on my Critics» σ. 231-278 στό Lakatos, Musgrave (eds): *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge, 1970, (γ) τό άρθρο «Second Thoughts on Paradigms», σ. 459-482 στό Suppe (ed): «*The Structure of Scientific Theories*, Urbana, Illinois, 1974. Ἐν και τό κείμενα δημοσιεύονται σε διαφορετικές περιόδους, είναι ώστόσο όλα γραμμένα τό 1969.

δρου, αυτή πού περιγράψαμε στην ανάλυση τῆς *Δομῆς*. Ἄπ' τὴν ἄλλη μεριά, ὅμως, παρέπεμπε σ' ἓνα εἰδικό στοιχεῖο αὐτοῦ τοῦ συνόλου: τίς παραδειγματικές λύσεις συγκεκριμένων προβλημάτων, πού χρησιμοποιοῦνται ὡς πρότυπα ἀπὸ τὴν κοινότητα, —μιά ἔννοια πού πλησιάζει δηλ. στὴ νεοελληνικὴ ἔννοια τῆς λέξης «παράδειγμα». Ὁ Kuhn ἐγκαταλείπει πιά τὸν ὄρο Παράδειγμα καὶ εἰσάγει ἓνα ζευγὸς ἐννοιῶν, γιὰ νὰ ἐκφράσει αὐτὴ τὴ διαφορά: ὀνομάζει τὴ σφαιρικὴ ἔννοια τοῦ «Παραδείγματος» *disciplinary matrix* (ἀμετάφραστο στὰ Ἑλληνικά ἴσως «κλαδική μήτρα») καὶ τὴ συμπληρωματικὴ τῆς, *ὑπόδειγμα* (*exemplar*). Ἐνῶ στὴ *Δομὴ τῶν Ἐπιστημονικῶν Ἐπαναστάσεων*, ὅπως εἶδαμε, καθοριστικὴ ἦταν ἡ πρώτη ἔννοια, τώρα τὸν κύριο ρόλο παίζουν τὰ ὑποδείγματα.

Τὰ ὑποδείγματα ἔχουν μιὰ θεμελιώδη *παιδαγωγικὴ λειτουργία*. Εἶναι τὰ τυπικὰ προβλήματα πού συναντᾶ ὁ φοιτητὴς στίς ἐργαστηριακές του ἀσκήσεις καὶ στὴ μελέτη του· τὰ κλασικὰ παραδείγματα πού χρησιμοποιοῦν ὅλα τὰ ἐπιστημονικὰ ἐγχειρίδια· οἱ λύσεις ἱστορικῶν προβλημάτων πού γίνονται πασιγνώστες ἀπὸ τὰ ἐκλαϊκευτικὰ συγγράμματα κ.ο.κ. Οἱ ἐπιστήμονες λύνουν τὰ προβλήματα πού συναντοῦν προσαρμόζοντας τίς λύσεις τους σὲ κάποια πρότυπα, πού ἔχουν ἀποδειχτεῖ ἀποτελεσματικά. Δημιουργοῦνται ἔτσι ὀρισμένες θεμελιώδεις σχέσεις *ἀναλογίας*, πού ἐντυπώνονται στὴ σκέψη καὶ στὴν πρακτικὴ τῶν ἐπιστημόνων. Ἡ πρακτικὴ τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης ἐξαρτᾶται ἀπ' τὴν ἰκανότητα —πού ἀποκτᾶται ἀκριβῶς ἀπ' τὴ χρῆση τῶν ὑποδειγμάτων— τῆς κατάταξης τῶν παρόμοιων ἀντικειμένων καὶ καταστάσεων σὲ ὁμοιογενὴ σύνολα.

Ὁ Kuhn προσπαθεῖ νὰ δείξει τὴ σχέση πού ὑπάρχει ἀνάμεσα στὴν υἱοθέτηση μιᾶς ἐπιστημονικῆς ὀπτικῆς (μιᾶς θεωρίας, ἐνός Παραδείγματος μέ τὴν παλιὰ ἔννοια τοῦ ὄρου) καὶ τὴν *ἐκμάθηση μιᾶς γλώσσας*. Καὶ στὴν περίπτωση τῆς ἐκμάθησης μιᾶς γλώσσας καὶ στὴν περίπτωση τῆς εἰσόδου σὲ μιὰ ἐπιστημονικὴ κοινότητα, μαθαίνουμε νὰ κατατάσσουμε τὰ ἀντικείμενα τῶν αἰσθήσεών μας σὲ κατηγορίες. Αὐτὴ ἡ *ικανότητα ταξινόμησης* βρίσκεται στὴ βάση καὶ τῶν δύο διαδικασιῶν. Μποροῦμε βέβαια νὰ ἐπιλέξουμε ἓνα σύνολο κριτηρίων, μέ βάση τὰ ὁποῖα παράγουμε τοὺς ὄρους μας (τοὺς γλωσσικούς ἢ τοὺς ἐπιστημονικούς)· αὐτὸς ὅμως ὁ ὀρισμὸς προϋποθέτει πάντοτε τὴν ἰκανότητά μας τῆς ταξινόμησης. Μ' αὐτὴ τὴν ἔννοια, ἡ δυνατότητα τῆς ἐπίλυσης ἐπιστημονικῶν προβλημάτων ἰσοδυναμεῖ μέ τὴν ἐκμάθηση τῆς γλώσσας μιᾶς

θεωρίας και την οικειοποίηση της φυσικής γνώσης που ενσωματώνεται σ' αυτή τη γλώσσα¹⁹.

Τό σημείο αυτό είναι πολύ σημαντικό για τη νέα ανάλυση του Kuhn. *‘Ο παραλληλισμός επιστημονική θεωρία-φυσική γλώσσα γίνεται τώρα ο θεμέλιος λίθος του συστήματος.* Μέ τη βοήθεια αυτού του παραλληλισμού θά αντιμετωπίσει τό πρόβλημα της επιστημονικής αλλαγής.

Μία από τις θεμελιώδεις πλευρές κάθε επιστημονικής επανάστασης είναι ότι όρισμένες σχέσεις ομοιότητας αλλάζουν. Γεγονότα, πού είχαν ταξινομηθεί στην ίδια κατηγορία, πρίν από την επανάσταση, τώρα μετατίθενται σέ διαφορετικές κατηγορίες. *‘Η μετατόπιση σ’ ένα σημείο του συστήματος δημιουργεί νέες έσωτερικές δυνάμεις μέ αποτέλεσμα την τροποποίηση της γενικής ισοροπίας.* *‘Ενώ όμως έχει αλλάξει ή διάταξη των κατηγοριών του συστήματος, τά όνόματα των κατηγοριών μένουν συνήθως αναλλοίωτα.* Τό γεγονός αυτό δημιουργεί τρομερά προβλήματα στην επικοινωνία των επιστημόνων. «Δέν είναι παράξενο ότι, μέ την ευκαιρία αυτών των ανακατανομών, δύο άνθρωποι πού, μέχρι τότε, συνεννοούνταν τέλεια στίς συζητήσεις τους, ανακαλύπτουν ξαφνικά ότι αντιδροούν στό ίδιο έρέθισμα μέ άσυμβίβαστες περιγραφές και γενικεύσεις²⁰». Στην περίπτωση αυτή δέν υπάρχει έδαφος για αντικειμενική εκτίμηση και συνεννόηση· οί δύο θεωρίες παραμένουν «άσύμμετρες».

‘Η νέα συλλογιστική λοιπόν του Kuhn είναι ή εξής: ‘Η κυριότερη συνέπεια μιās επιστημονικής επανάστασης είναι ή αλλαγή της σημασίας των όρων των θεωριών. ‘Ο όρος «Γῆ» λ.χ., στή γεωκεντρική θεωρία του Πτολεμαίου παραπέμπει σ’ ένα αντικείμενο, άκίνητο, πού βρίσκεται στό κέντρο του σύμπαντος. ‘Η σημασία του όρου «Γῆ» (και τό αντικείμενο αναφοράς) αλλάζει όταν περνούμε στό ήλιοκεντρικό σύστημα του Κοπέρνικου, μέ αποτέλεσμα στίς δύο θεωρίες νά περιγράφει δύο διαφορετικά πράγματα. ‘Η σημασία κάθε όρου καθορίζεται από μιá πλειάδα στοιχείων πού χαρακτηρίζουν τή θεωρία, στά πλαίσια της όποιās χρησιμοποιείται: τή δραστηριότητα ταξινόμησης, τίς σχέσεις του μέ τούς άλλους όρους της θεωρίας, τίς γενικές αντιλήψεις των όπαδών της θεωρίας κτλ. *‘Εχουμε λοιπόν δικαίωμα νά πούμε ότι κάθε θεωρία εκφράζεται στή δική της γλώσσα.* ‘Η θέση της

19. «Reflections on my Critics» σ. 272.

20. «‘Επίλογος» σ. 201.

«άσσυμετρότητας» τών επιστημονικῶν θεωριῶν στηρίζεται στήν *ἀδυναμία ἀντικειμενικῆς σύγκρισης* τῶν διαδοχικῶν θεωριῶν. Θά μπορούσε νά δοθεῖ μιά λύση στό πρόβλημα, ἄν ὑπῆρχε κάποιος τρόπος νά «μεταφραστεῖ» ἡ μιά θεωρία στή γλώσσα τῆς ἄλλης. Ὁ Kuhn ὁμως ἀπορρίπτει μιά τέτοια λύση. Υἱοθετώντας τή θέση τοῦ Quine, γιά τήν «ἀπροσδιοριστία τῆς ριζικῆς μετάφρασης» (indetermination of radical translation)²¹, ὑποστηρίζει ὅτι δέν εἴμαστε ποτέ σέ θέση νά ἀποφασίσουμε ποιά, ἀπό μιά σειρά πιθανῶν μεταφράσεων, εἶναι ἡ τέλεια, καί ἔτσι τό πρόβλημα παραμένει.

Θά ἦταν λάθος νά ὑποστηριχτεῖ ὅτι βρισκόμαστε μπροστά σέ μιά ριζική ἀναθεώρηση τῆς *Δομῆς τῶν Ἐπιστημονικῶν Ἐπαναστάσεων*. Τό βασικό σχῆμα παραμένει ἀναλλοίωτο. Ἐκεῖνο πού ἀλλάζει εἶναι ἡ *δικαιολόγηση* μερικῶν βασικῶν συνεπειῶν καί ἴσως ὁ *γενικός τόπος*. Στή θέση μεταφορῶν ἀπό τήν πολιτική (ἐπαναστάσεις, κρίσεις, «ἐξουσία» κτλ.) καί τή μορφολογική ψυχολογία (ἀντιληπτικά παιχνίδια, διαφορετικοί «κόσμοι») μπαίνει ὁ θεμελιώδης παραλληλισμός τῆς γλώσσας πού φέρνει, κατά κάποιο τρόπο, τήν ἐπιστημολογία κάτω ἀπό τήν ἐξάρτηση τῆς φιλοσοφίας τῆς γλώσσας (νόημα καί ἀντικείμενο ἀναφορᾶς τῶν ὄρων, μετάφραση, ἐκμάθηση μητρικῆς γλώσσας). Ὅρισμένοι κριτικοί ὑποστήριξαν ὅτι, στήν προσπάθειά του νά στηρίξει κάποιες αὐθαίρετες θέσεις τῆς *Δομῆς τῶν Ἐπιστημονικῶν Ἐπαναστάσεων*, ὁ Kuhn ἐγκαταλείπει μερικά ἀπό τά πύο πρωτότυπα καί προκλητικά στοιχεῖα τῆς ἀνάλυσής του²². Ἡ γνώμη μου εἶναι ὅτι ἡ ἐξέλιξη αὐτή ἐπιβάλλεται ἀπό τίς «τριβές» τῆς ἀποδοτικῆς αὐτῆς δεκαετίας, καί μπορεῖ νά θεωρηθεῖ ἀντιπροσωπευτική γιά τόν τρόπο ἀνάπτυξης τῶν φιλοσοφικῶν *παραδόσεων*: μετά τό σόκ τῆς ἀνατροπῆς, ἡ κριτική ἀποτίμηση καί ἡ τάση πρὸς μιά νέα ὁμοιομορφία²³.

21. Ἡ πολυσυζητημένη αὐτή θέση τοῦ Quine βρίσκεται στό W. Quine *Word and Object*, Cambridge, Mass., 1960 καί ἰσοδυναμεῖ μέ τήν ἀνικανότητά μας νά μορφοποιήσουμε ἕνα μεταφραστικό κώδικα (ἕνα σύστημα «ἀναλυτικῶν ὑποθέσεων») πλήρως καθορισμένο ἀπό τά διαθέσιμα στοιχεῖα. Ἡ σχέση Kuhn-Quine εἶναι ἕνα θέμα πού δέν ἔχει καθόλου μελετηθεῖ.

22. Χαρακτηριστικά κείμενα τέτοιας κριτικῆς εἶναι: A. Musgrave: Kuhn's Second Thoughts, «*British Journal for the Philosophy of Science*, 1971 σ. 287-297 καί D. Shapere: «The Paradigm Concept», *Science*, 1971, σ. 706-709.

23. Ἡ ἀπόκλιση ἀπ' αὐτόν τό γενικό κανόνα, ἡ ἐμμονή στήν ἀπόρριψη ὄλων τῶν σύγχρονων παραδόσεων, φαίνεται νά ὀδηγεῖ, ἀργά ἢ γρήγορα, στήν

δ. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Μέ βάση τήν ανάλυση τοῦ ἔργου τοῦ Kuhn, συνοψίζουμε τά κυριότερα χαρακτηριστικά τοῦ νέου ρεύματος (ὄλα ἀποτελοῦν σημεῖα ἀντίθεσης μέ τό Λογικό Θετικισμό).

(1) ἡ *Ἱστορία τῶν ἐπιστημῶν* ἀποτελεῖ τό βασικό ὄπλοστάσιο τῆς ἐπιστημολογίας. Οἱ φιλοσοφικές ἀναλύσεις καί οἱ «ὀρθολογικές κατασκευές» πρέπει νά ἀντλοῦνται καί νά ἐλέγχονται μέ βάση τά ἱστορικά δεδομένα.

(2) κεντρικό θέμα τῆς ἐπιστημολογίας εἶναι ἡ *δυναμική* τῆς ἐπιστημονικῆς ἀνάπτυξης καί ἀλλαγῆς.

(3) ἡ ἀνάπτυξη τῆς ἐπιστήμης εἶναι μιά *ἀσυνεχῆς* διαδικασία, μιά ἀκολουθία περισσότερο ἢ λιγότερο βίαιων ἀνατροπῶν.

(4) ἡ ἐπιστήμη εἶναι ἕνα ἀνθρώπινο δημιούργημα, ἕνα *πολιτιστικό φαινόμενο* ὅπως ὄλα τά ἄλλα (τέχνη, θρησκεία, πολιτική κτλ.), καί ἔχει πολύ περισσότερο κοινά σημεῖα μ' αὐτά, ἀπ' ὅσο ἀφήνεται νά ἐννοηθεῖ· βρίσκεται σέ ἀλληλεπίδραση μ' ὄλους τοὺς τομεῖς τῆς κοινωνικῆς ζωῆς καί ἡ ἐξέλιξή της ἐπηρεάζεται σημαντικά ἀπό παράγοντες, θεωρητικά, ξένους πρός αὐτή (μεταφυσικές πεποιθήσεις, κοινός νοῦς, πολιτικές καί κοινωνικές συνθῆκες).

(5) Μονάδα ἀνάλυσης τῆς ἐπιστημολογίας παύει νά εἶναι ἡ μεμονωμένη ἐπιστημονική θεωρία. Τῆ θέση της παίρνει ἕνα εὐρύ σφαιρικό δίκτυο θεωριῶν, μεθοδολογικῶν καί μεταφυσικῶν πεποιθήσεων, ἀξιῶν, κριτηρίων κτλ. *μιά κοσμοθεωρία*, ἕνα Παράδειγμα στήν ὀρολογία τοῦ Kuhn. Ἡ σημασία τῶν ἐπιστημονικῶν ὄρων, ἡ μεθολογία, τά ἐπιστημονικά «γεγονότα» κτλ. εἶναι ὄλα «διαποτισμένα» ἀπό τό Παράδειγμα, καθορίζονται δηλ. ἀπό τή

περιθωριοποίηση. Χαρακτηριστική εἶναι ἡ περίπτωση, τοῦ Paul Feyerabend. Ἡγετική μορφή τοῦ νέου ρεύματος, μαζί μέ τόν Kuhn, ἀκολούθησε μιά πιά ἀργή ἀλλά πολύ περισσότερο ἀκραία ριζοσπαστικοποίηση. Στά τελευταία του γραπτά ὑπερασπίζει ἕνα «μεθοδολογικό ἀναρχισμό» ἀρνεῖται κάθε γνωστική προτεραιότητα τῆς ἐπιστήμης, προτείνει λ.χ. νά διδάσκεται στά σχολεῖα, παράλληλα μέ τήν ἐξέλιξη τῶν εἰδῶν τοῦ Darwin, ἡ ἐξελικτική θεώρηση πού προκύπτει ἀπ' τή Βίβλο (δές βιβλιογραφία). Τό ἀποτέλεσμα εἶναι ὅτι, στά πλαίσια τῆς σύγχρονης ἐπιστημολογίας, ὁ Feyerabend ἀντιμετωπίζεται ὡς «εἰδική περίπτωση». Σπάνια γράφονται κριτικές στό ἔργο του, καί σ' αὐτές ἀκόμη τίς σπάνιες περιπτώσεις, κυριαροῦν τά ρητορικά σχήματα. Ἔτσι, ἐνῶ τό ἔργο του γνωρίζει ἐπιτυχία σέ ἄλλους θεωρητικούς τομεῖς, παραμένει στό περιθώριο τῆς «ἐπίσημης» ἐπιστημολογίας.

θέση τους μέσα στο Παράδειγμα.

(6) Ἡ ἐπιστημονικὴ ἀλλαγὴ προκαλεῖ ἀλλαγὴ τῆς σημασίας τῶν χρησιμοποιούμενων ὄρων. Δύο διαδοχικὲς θεωρίες (Παραδείγματα) ἐκφράζονται στὴ δική τους γλώσσα. Δέν ὑπάρχει ἀντικειμενικὸς τρόπος σύγκρισης τῶν θεωριῶν, οὔτε δυνατότητα ἀποκατάστασης πλήρους ἐπικοινωνίας μεταξύ τῶν ἐπιστημόνων. Οἱ δύο θεωρίες εἶναι *ἀσύμμετρες*, δέν ἔχουν δηλ. κοινὸ μέτρο σύγκρισης.

(7) Στὰ πλαίσια τοῦ νέου ρεύματος ἡ ἔννοια τῆς *ἀντικειμενικῆς ἀλήθειας* παύει νά εἶναι λειτουργικὴ. Ἡ κλασικὴ ἔννοια τῆς *προόδου* γίνεται προβληματικὴ· ὅπωςδήποτε δέν μπορεῖ πιά νά νοηθεῖ ὡς προσέγγιση σ' ἕνα τελικὸ σκοπὸ, τὴν πλήρη ἀλήθεια.

3. ΦΙΛΟΣΟΦΙΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΣΤΡΟΦΗΣ ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΔΕΚΑΕΤΙΑΣ

Στὶς προηγούμενες σελίδες, περιγράφοντας τὴν «ἱστορικιστικὴ» στρόφη, προσπαθήσαμε νά προσδιορίσουμε τὸ φαινόμενο μὲ κάποια σφαιρικότητα. Τονίσαμε τόσο τὶς ρίζες του ὅσο καὶ τὴν πορεία πού διέγραψε ὥσπου νά καταλήξει σέ ὀρισμένες βασικὲς θέσεις. Θά πρέπει τώρα νά περιοριστοῦμε στὶς καθαρὰ φιλοσοφικὲς του συνέπειες, ὥστε νά φανοῦν ἀφενὸς τὰ σημεῖα τομῆς μὲ τὸ Λογικὸ Θετικισμὸ καὶ ἀφετέρου οἱ προοπτικὲς καὶ τὰ προβλήματα πού κληροδοτεῖ στὴ νέα δεκαετία.

Εἶχαμε παρατηρήσει ὅτι τὸ ἀδύνατο σημεῖο τοῦ Λογικοῦ Θετικισμοῦ εἶναι ἡ διάκριση παρατήρησης-θεωρίας. Χωρὶς νά εἶναι ἀυστηρὰ θεμελιωμένη, ἡ διχοτόμηση αὐτὴ βρίσκεται, ὡστόσο, στὴ βάση τῆς θετικιστικῆς ἀνάλυσης. Ἡ γλώσσα τῆς παρατήρησης καθορίζει τὴ σημασία τῶν θεωρητικῶν ὄρων (μὲ τοὺς κανόνες ἀντιστοίχισης) καὶ προσφέρει τὸ ἀντικειμενικὸ ἔδαφος γιὰ τὴν καθαρὰ *λογικὴ σύγκριση* τῶν διαδοχικῶν ἐπιστημονικῶν θεωριῶν (μὲ τὶς ἐμπειρικὲς συνέπειες καὶ προβλέψεις).

Οἱ ἐκπρόσωποι τοῦ νέου ρεύματος ξεκινοῦν ἀπ' αὐτὸ ἀκριβῶς τὸ σημεῖο. Ἀφοῦ ἡ διάκριση παρατήρησης-θεωρίας εἶναι αὐθαίρετη, τὸ ἀξιωματικὸ μοντέλο τῆς δομῆς τῶν θεωριῶν μοιάζει μὲ «πύργο στὴν ἄμμο». Ἡ σημασία τῶν θεωρητικῶν ὄρων ὄχι μόνον δέν καθορίζεται ἀπ' τοὺς λεγόμενους παρατηρησιακοὺς ὄρους, ἀλλὰ, ἀφοῦ τώρα πιά ὄλοι οἱ χρησιμοποιούμενοι ὄροι εἶναι

«ισότιμοι», ακόμη και οι λεγόμενοι παρατηρησιακοί όροι άντλοϋν τή σημασία τους από τή θέση τους στή θεωρία. Ἡ σχέση θεωρίας-πραγματικότητας (ὁ ἄκρατος ἔμπειρισμός τοῦ Λογικοῦ Θετικισμοῦ) παύει νά ἔχει μεγάλη σημασία καί τή θέση της παίρνει ἡ ἔσωτερική δομή τῆς πλατῆς θεωρίας, τοῦ Παραδείγματος. Τό βασικό ἀξίωμα τῆς νέας ἀντίληψης εἶναι ὅτι, τόσο ἡ σημασία τῶν ἐπιστημονικῶν ὄρων, ὅσο καί αὐτό πού ἐκλαμβάνεται ὡς παρατήρηση ἢ ὡς γεγονός εἶναι «διαποτισμένα», «ἐπιβαρυμένα» ἀπό θεωρία (theory-laden).

Ἀφοῦ ὁμως κάθε θεωρία εἶναι ἐκφρασμένη στή γλώσσα της, εἶναι φυσικό νά μήν ὑπάρχει ἀντικειμενική βάση σύγκρισης γιά τίς διαδοχικές καί ἀντιμαχόμενες θεωρίες. Μιά ἐπιστημονική ἐπανάσταση ἀλλάζει τή σημασία τῶν χρησιμοποιούμενων ὄρων, μέ ἀποτέλεσμα τήν «ἀσυμμετρότητα» τῶν θεωριῶν.

Δύο εἶναι οἱ οὐσιαστικές συνέπειες τῆς νέας εἰκόνας τῆς ἐπιστήμης: (α) ἡ προσέγγιση τῆς ἐπιστημολογίας στή φιλοσοφία τῆς γλώσσας. Γιά πρώτη φορά, ἀπό τήν ἐποχή τῶν πρώτων βημάτων τοῦ Λογικοῦ Θετικισμοῦ, οἱ δύο φιλοσοφικοί κλάδοι βρίσκονται σέ τόσο στενή σχέση. Ἐννοιες ὅπως σημασία, ἀναφορά, μετάφραση γίνονται οἰκειές στόν ἐπιστημολόγο, καί ἄλυτα προβλήματα φαίνονται νά περιμένουν τή λύση τους ἀπό τήν ἐπινόηση νέων γλωσσικῶν θεωριῶν²⁴. (β) ἡ ἐγκατάλειψη τῶν

24. Χαρακτηριστικό παράδειγμα σύγχρονης τάσης πού γεννιέται ἀπό μία νέα γλωσσική θεωρία εἶναι ἡ «αιτιακή θεωρία τῆς ἀναφορᾶς» τῶν ἐπιστημονικῶν ὄρων τοῦ Hilary Putman, μιά ἀπ' τίς γονιμότερες θεωρίες τῆς τελευταίας δεκαετίας. Τό σημεῖο ἐκκίνησης, εἶναι ἡ δημιουργία μιᾶς νέας θεωρίας γιά τή σημασία τῶν κύριων ὀνομάτων, ἀπό τόν S. Kripke. Ὁ Kripke ὑποστήριξε ὅτι ὅταν χρησιμοποιοῦμε ἕνα κύριο ὄνομα, παραπέμπουμε πάντοτε στό ἴδιο ὑποκείμενο, ἀνεξάρτητα ἀπό τό ἄν αὐτό πού λέμε εἶναι σωστό: Σέ μιά πρόταση ὅπως «ὁ Ἄριστοτέλης ἦταν ὁ πατέρας τοῦ Πλάτωνα» τό κύριο ὄνομα «Ἄριστοτέλης» συνεχίζει νά ἀναφέρεται στόν Ἄριστοτέλη, παρά τό γεγονός ὅτι ἡ πρόταση εἶναι λανθασμένη. Ὁ Putman διατείνεται ὅτι, μέ τόν ἴδιο τρόπο πού λειτουργοῦν τά κύρια ὀνόματα, λειτουργεῖ καί τό βασικό λεξιλόγιο τῆς ἐπιστήμης, οἱ ὄροι δηλ. πού παραπέμπουν σέ φυσικά εἶδη καί σέ φυσικά μεγέθη (νερό, σίδηρος, ἠλεκτρόνιο, θερμότητα κ.ο.κ.). Ἡ σημασία ἐνός ἐπιστημονικοῦ ὄρου δέν καθορίζεται ἀπό ἕνα σύνολο ἰδιοτήτων, ἀλλά ἀπό τήν προσκόλλησή του σέ μιά οὐσία. Κανείς σχεδόν δέ γνωρίζει (ἢ γνωρίζει ἐλάχιστα) τί σημαίνει ἀκριβῶς ἠλεκτρισμός, ὅλοι ὁμως χρησιμοποιοῦμε τόν ὄρο χωρίς πρόβλημα. Ἡ ἱκανότητά μας αὐτή εἶναι ἀποτέλεσμα, αὐτοῦ πού ὁ Putman ὀνομάζει «καταμερισμό τῆς γλωσσικῆς ἐργασίας»: εἴμαστε δηλ. ὅλοι συνδεδεμένοι μέσω κάποιας αιτιακῆς ἀλυσίδας μέ μιά κατάσταση κατά τή διάρκεια τῆς ὁποίας δόθηκε μία περιγραφή τοῦ ἠλεκτρισμοῦ (συγκεκριμένα μέ τήν ἀνακάλυψη τοῦ ἠλεκτρισμοῦ

έννοιῶν «ἀλήθεια», «ἀντικειμενικότητα», «πρόοδος», «ὀρθολογικότητα» κάθε παραδοσιακῆς ἐπιστημολογίας. Ἐάν κάθε θεωρία ἐκφράζεται στή γλῶσσα τῆς καί ἰσχύει ἡ θέση τῆς «ἀσυμμετρότητας» τότε δέν ὑπάρχει μέτρο σύγκρισης τῶν θεωριῶν (ἀντικειμενικότητα) οὔτε δυνατότητα ἀξιολόγησης (πρόοδος) τῆς ἀλήθειας τῆς κάθε μιᾶς. «Δέν ὑπάρχει ἀνώτερο κριτήριον ἀπό τή συμφωνία τῶν μελῶν μιᾶς κοινότητας»²⁵, ὅπως λέει ὁ Kuhn, ἐπομένως δέν ὑπάρχουν κάποιες διαχρονικές ἀξίες πού νά χαρακτηρίζουν τήν ἰδιομορφία τῆς ἐπιστήμης, ὡς θεσμοῦ (ὀρθολογικότητα).

Ἐάν ἡ δεκαετία 1960-70 εἶναι ἡ περίοδος τῆς κρίσης, ἡ νέα δεκαετία μοιάζει νά εἶναι ἡ δεκαετία τῆς ἀνασυγκρότησης. Τό πρόβλημα γιά τούς σύγχρονους ἐπιστημολόγους εἶναι πῶς νά ἀποφύγουν ὀρισμένες ἀκραῖες συνέπειες τῆς «ἱστορικιστικῆς στροφῆς», χωρίς ὥστόσο νά ξαναγυρίσουν στό Θετικισμό. Ἀναγνωρίζεται, λοιπόν, γενικά ἡ καθοριστική σημασία τῆς κίνησης, πού ὀνομάσαμε συμβατικά «νέο ρεῦμα», στήν ἀνατροπή τοῦ θετικισμοῦ δογματισμοῦ ἀλλά τό τίμημα τῆς ἀνατροπῆς φαίνεται νά εἶναι βαρῦ. Μιά νέα ἐρμηνεία τῆς ἐπιστήμης ὅσο «ἀντιδογματική» κι ἂν εἶναι δέν μπορεῖ νά παραβλέπει τό γεγονός ὅτι στήν ἐξέλιξη τῆς ἐπιστήμης ὑπάρχει ἑνός εἴδους *σύγκλιση* παρά τίς ἐπαναστάσεις καί τίς ἀλλαγές ἡ ἐπιστήμη προοδεύει, οἱ νέες θεωρίες εἶναι, σέ τελευταία ἀνάλυση, καλύτερες καί ἀποτελεσματικότερες ἀπ' τίς παλιές. Ἐπάρχει λοιπόν κάτι τό ξεχωριστό στήν ἐπιστημονική διαδικασία, πού δέν εἶναι ἄσχετο μέ τόν τρόπο πού ἡ ἐπιστήμη ἀναπτύσσεται. Ἐ νέα δεκαετία χαρακτηρίζεται ἀπό τήν *προτεραιότητα πού παίρνει τό πρόβλημα τῆς προόδου καί τῆς ὀρθολογικότητας τῆς ἐπιστήμης*.

Ἀντίθετα μέ τήν πρόοδο καί τήν ὀρθολογικότητα, ἡ ἔννοια τῆς ἀλήθειας δέν ξαναβρίσκει τή χαμένη λειτουργικότητά τῆς. Τό

ἀπό τόν B. Franklin).

Οἱ ἐπιστημονικοί, λοιπόν, ὄροι εἰσάγονται μέ μιᾶ πράξη «βάπτισης» καί ἔκτοτε εἶναι ἀρρηκτα συνδεδεμένοι μέ μιᾶ οὐσία. Οἱ ἐπιστήμονες χρησιμοποιοῦν χωρίς πρόβλημα τούς ὄρους αὐτούς, *ἀκόμη κι ἂν ἡ σημασία τους βαθμιαῖα τροποποιεῖται*. Ὅταν λοιπόν οἱ θεωρίες ἀλλάζουν, δέν ἀλλάζει ταυτόχρονα καί τό ἀντικείμενο ἀναφορᾶς τῶν ὄρων. Σύμφωνα λοιπόν μέ τόν Putnam, μπορούμε νά δεχτοῦμε καί τήν «ἀσυμμετρότητα» τῶν θεωριῶν (ἀπό ἡ διατήρηση τῆς ἀναφορᾶς ἀρκεῖ γιά τήν ἀντικειμενική σύγκριση τῶν θεωριῶν).

25. *Δομή*, σ. 94.

πρόβλημα είναι ότι, παρά τις επανειλημμένες προσπάθειες²⁶, η έννοια της αλήθειας ως αντιστοιχίας της γνώσης (των επιστημονικών θεωριών δηλαδή) και της πραγματικότητας δέν είναι επαρκώς θεμελιωμένη. Παρ' όλα αυτά, στή δεκαετία του '70, σημειώνεται μιá ανανέωση του *Ρεαλισμοῦ*, της θεωρίας δηλ. ότι η γνώση μας ανταποκρίνεται στην αντικειμενική κατάσταση των πραγμάτων. Τώρα όμως ο Ρεαλισμός παίρνει τή μορφή μεταφυσικού αξιώματος, στοιχειώδους παραδοχής, πού δέν επηρεάζει τήν ανάλυση της επιστημονικής ανάπτυξης.

Ἡ αδρανοποίηση της έννοιας της αλήθειας, φέρνει μιá αντιστροφή στή σχέση πρόοδος-ὀρθολογικότητα. Παραδοσιακά, ἡ πρόοδος ἦταν ἀποτέλεσμα της ὀρθολογικότητας· ἡ ἐπιστήμη προόδευε, γιατί οἱ ἐπιμέρους ἀποφάσεις των ἐπιστημῶν ἦταν ὀρθολογικές. Ἡ σύλληψη όμως αὐτή συναντοῦσε ἀνυπέρβλητες δυσκολίες στόν καθορισμό της ὀρθολογικῆς ἀπόφασης, ἀφοῦ θά ἔπρεπε νά στηριχτεῖ εἴτε στήν ὑποκειμενικότητα εἴτε στήν έννοια της αλήθειας.

Ἄν όμως τώρα ὀρίσουμε τήν ὀρθολογικότητα μέ βάση τήν πρόοδο (ἡ ἐπιστήμη εἶναι ὀρθολογική ἐπειδὴ προοδεύει), καταστήσουμε δηλαδή πρωταρχική τήν έννοια της προόδου, ἡ κατάσταση γίνεται πιό ἀπλή. Ὅριστική λύση, βέβαια, αὐτοῦ τοῦ θεμελιακοῦ προβλήματος — ἀνεξάρτητος καθορισμός της προόδου — δέν ἔχει ἀκόμη ἐπιτευχθεῖ. Ἔχουν όμως γίνει κάποια βήματα πρὸς τήν κατεύθυνση ἑνός τέτοιου καθορισμοῦ μέ βάση εἴτε τήν ποσότητα καί ποιότητα των προβλημάτων πού λύνει κάθε θεωρία (ἡ βασική ιδέα των Popper, Laudan) εἴτε τίς ἐμπειρικές ἐνστάσεις στίς ὁποῖες ἀπαντᾷ ἱκανοποιητικά (Lakatos).

Οἱ ἐξελίξεις εἶναι, βέβαια, πολύ πρόσφατες γιά νά βγοῦν γενικά συμπεράσματα. Προσπάθησα νά δώσω, ἀπλῶς, ὀρισμένες τάσεις πού φαίνονται νά πηγάζουν ἄμεσα ἀπό τίς ἐξελίξεις της προηγούμενης δεκαετίας καί νά τίς συνεχίζουν. Πλησιέστερα σ' αὐτόν τόν προβληματισμό εἶναι ἡ «μεθοδολογία των ἐρευνητικῶν προγραμμάτων» τοῦ Imre Lakatos καί ἀντίληψη της προόδου τοῦ Larry Laudan (δές βιβλιογραφία).

26. Ἡ πιό γνωστή περίπτωση εἶναι ἡ ἀπόπειρα τοῦ Popper νά ἐπεκτείνει τή θεωρία τοῦ Tarski γιά τήν ἀλήθεια, ἀπό τίς τεχνιτές γλώσσες στή φυσική, ἐπιστημονική γλώσσα. (K. Popper: *Objective Knowledge*, London, 1972). Μιá θαυμάσια ανάλυση τοῦ προβλήματος στό H. Field: «Tarski's Theory of Truth», *Journal of Philosophy*, 1972, σ. 43-64.

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ

Προτίμησα νά αποφύγω τήν έξαντλητική άπαρίθμηση έργων, πού, σέ μιά τόσο μεγάλη καί τόσο «άποδοτική» χρονική περίοδο, θά έχανε κάθε χρησιμότητα χωρίς νά μέ άπαλλάσσει άπ' τό βάρος τής καθαρά προσωπικής έπιλογής. Χώρισα, λοιπόν, τό ύλικό σέ όρισμένα βασικά θέματα καί συνόδεσα τίς άναφορές μέ σύντομα σχόλια. Πιστεύω πώς αυτός ό τρόπος παρουσίασης τής βιβλιογραφίας είναι πιό λειτουργικός καί συντελεεί στό ουσιαστικό της δέσιμο μέ τό εισαγωγικό κείμενο πού προηγήθηκε.

Τονίζω, γιά μιά άκόμη φορά, ότι τά κείμενα πού θά άναφερθοϋν συνδέονται μέ έκείνους τούς τομείς τής άγγλοσαξονικής έπιστημολογίας πού θίχτηκαν άμεσα άπό τήν «ιστορικιστική στροφή» τής δεκαετίας τοϋ '60. Η βιβλιογραφία έπομένως δέν έξαντλεί τή συνολική παραγωγή τής φιλοσοφικής αϋτής παράδοσης στήν ίδια έποχή.

Τό σύμβολο (ed) ή (eds), μετά τό όνομα (ή τά όνόματα) τοϋ συγγραφέα, σημαίνει ότι πρόκειται γιά συλλογή κειμένων τής όποίας έπιμελητής είναι ό όνομαζόμενος.

Οί τίτλοι μέσα σέ εισαγωγικά παραπέμπουν σέ άρθρα πού βρίσκονται σέ περιοδικά ή σέ βιβλία. Οί τίτλοι μέ πλάγια γράμματα παραπέμπουν σέ βιβλία.

Τό σύμβολο δ.π. μπαίνει στή θέση τοϋ τίτλου, τοϋ τόπου καί τής ήμερομηνίας έκδοσης, όταν τό βιβλίο έχει ήδη άναφερθεί άναλυτικά στήν ίδια ένότητα.

a. Κυριότερα περιοδικά τοϋ κλάδου

1. *Philosophy of Science*: Έκδίδεται 4 φορές τό χρόνο άπό τή Philosophy of Science Association. Άφιερωμένο άποκλειστικά σέ θέματα Φιλοσοφίας τής 'Επιστήμης. Κάθε δύο χρόνια, ή ίδια "Ένωση έκδίδει τά πρακτικά τοϋ καθιερωμένου συνεδρίου της, μέ τίτλο:

P.S.A: Proccedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association.

2. *British Journal for the Philosophy of Science*: Έκδίδεται 4 φορές τό χρόνο άπό τήν 'Αγγλική "Ένωση γιά τή Φιλοσοφία τής 'Επιστήμης. Άφιερωμένο άποκλειστικά σέ θέματα Φιλοσοφίας τής 'Επιστήμης.

Έδρα: Aberdeen University, Scotland.

3. *Synthese*: Έκδίδεται 9 φορές τό χρόνο, μέ κατεύθυνση πρός τή

Γνωσιολογία και τή Φιλοσοφία τής 'Επιστήμης.

"Εδρα: Reidel Publishing Co. Dordrecht, Holland.

4. *Studies in the History and the Philosophy of Science*: 'Εκδίδεται 4 φορές τό χρόνο. Κινείται στά ὄρια ανάμεσα στήν 'Ιστορία και τή Φιλοσοφία τής 'Επιστήμης.

"Εδρα: Pergamon Pr., New York.

5. *Erkenntnis*: (ἐπανεκδοση τοῦ παλιοῦ ὄργάνου τοῦ Κύκλου τής Βιέννης). 4 τεύχη τό χρόνο, ἀφιερωμένα στήν «ἀναλυτική» φιλοσοφία.

"Εδρα: Reidel Publishing Co. Dordrecht, Holland.

6. *Journal of Philosophy*: Μηνιαῖο. Τό ἐγκυρότερο γενικό φιλοσοφικό περιοδικό στόν ἀγγλοσαξονικό χῶρο.

"Εδρα: Columbia University, New York.

7. *Noûs*: 4 τεύχη τό χρόνο, Γενική φιλοσοφική κατεύθυνση.

"Εδρα: Indiana University.

β. Λογικός Θετικισμός

Γιά τόν Κύκλο τής Βιέννης και τίς πρῶτες ἀναλύσεις τοῦ Λογικοῦ Θετικισμοῦ.

V. Kraft: *The Vienna Circle* (μετ. ἀπό τά γερμανικά), New York, 1953.

P. Jacob: *L' empirisme logique*, Paris, 1980.

Τά βασικά πρῶτα κείμενα τής ἴδιας περιόδου βρίσκονται στήν κλασική συλλογή A.J. Ayer (ed): *The Logical Positivism*, New York, 1959.

Αὐτοβιογραφικές πληροφορίες:

R. Carnap «Intellectual Autobiography», σ. 3-84, στό Schilpp P. (ed): *The Philosophy of Rudolf Carnap*, La Salle, Illinois, 1963.

H. Feigl: «The Wiener Kreis in America» στό Fleming D. Bailyn B. (eds): *The Intellectual Migration, Europe and America 1939-1960*, σ. 630-673, Cambridge Mass., 1968. (Τό βιβλίο αὐτό εἶναι βασικό γιά ὄλες τίς πλευρές τής μετανάστευσης τῶν γερμανόφωνων ἐπιστημόνων στήν Ἀμερική).

Τό «ᾠριμο» σῶμα τοῦ Λογικοῦ Θετικισμοῦ βρίσκεται κυρίως:

R. Carnap: «Testability and Meaning», *Philosophy of Science*, 1936, σ. 420-468 και 1937, σ. 1-40.

R. Carnap: «The Methodological Character of Theoretical Concepts», στό Feigl, Scriven: *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. 1, 1956, σ. 33-76.

R. Carnap: *Philosophical Foundations of Physics*, New York, 1966.

C. Hempel: *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays*, New

York, 1965.

C. Hempel: *Philosophy of Natural Science*, N.J., 1966.

E. Nagel: *The Structure of Science*, New York, 1961.

Βασικές αναφορές για τήν κριτική ανάλυση τοῦ Λογικοῦ Θετικισμοῦ:

P. Achinstein: *Concepts of Science*, Baltimore, 1968 (ἡ καθαρότερη ἴσως ανάλυση· ἀπαιτεῖ ὡστόσο μιά ἐξοικείωση μέ τή μαθηματική λογική).

P. Achinstein, S. Barker (eds): *The Legacy of Logical Positivism*, Baltimore, 1969.

Schillp (ed) δ.π. (συλλογή κειμένων πάνω στό ἔργο τοῦ R. Carnap καί ἀπαντήσεις τοῦ ἴδιου τοῦ Carnap).

F. Suppe: «The Search for Philosophic Understanding of Scientific Theories», σ. 3-118 στό F. Suppe (ed): *The Structure of Scientific Theories*, Urbana, Illinois, 1974 (περιέχει τήν πληρέστερη βιβλιογραφία).

H. Putnam: «What Theories Are not», σ. 240-251, στό Nagel, Suppes, Tarski (eds): *Logic Methodology and Philosophy of Science*, Amsterdam, 1962.

Οἱ κλασικές κριτικές ἀπορρίψεις θέσεων τοῦ Θετικισμοῦ:

K. Popper: *Logik der Forschung*, Wien, 1935 καί ἀγ. μετ. *The Logic of Scientific Discovery*, London, 1959.

K. Popper: «The Aim of Science», *Ratio*, 1957, σ. 24-35.

W.V.O. Quine: «Two Dogmas of Empiricism», *Philosophical Review*, 1951, σ. 20-43.

Γιά τή διάκριση παρατήρησης-θεωρίας:

H. Putnam: δ.π. καί

P. Achinstein: δ.π.

Στά ἑλληνικά δύο ἀξιόλογες αναφορές:

N. Αὐγελῆς: «Εἰσαγωγή», σ. 9-24, στό R. Carnap: *Φιλοσοφία καί λογική σύνταξη*, Θεσσαλονίκη.

Π. Χριστοδουλίδης: *Ἡ ἐξήγηση στήν ἐπιστήμη καί ἡ ἔννοια τοῦ μοντέλου*, Θεσσαλονίκη, 1979.

καί τό τεῦχος 16 τοῦ περιοδικοῦ *Δευκαλίων* (Ἀθήνα, 1976) ἀφιερωμένο στήν Ἐπιστημολογία μέ κείμενα τῶν M. Bunge, K. Popper, C. Hempel, T. Kuhn, R. Suszko, μέ εἰσαγωγή καί ἐπιμέλεια τοῦ Π. Χριστοδουλίδη.

γ. *Ἡ ἱστορία τῶν ἐπιστημῶν καί ἡ ἐπίδρασή της στήν Ἐπιστημολογία*

Τά βασικά ἔργα ἀπ' ὅπου ἀντλείται ἡ νέα ἀντίληψη γιὰ τὴν ἱστορία τῶν Ἐπιστημῶν εἶναι:

ΑΙ. Κουρέ: *Etudes Galiléennes*, Paris, 1939.

ΑΙ. Κουρέ: *From the Closed World to the Infinite Universe*, Baltimore, 1957.

Η. Butterfield: *The Origins of Modern Science 1300-1800*, New York, 1957.

Γιὰ τὴν κοινωνιολογία τῆς ἐπιστήμης:

R.K. Merton: *Science, Technology and Society in Seventeenth-Century England*, New York, 1967.

Γιὰ τὴν αὐτονόμηση τῆς Ἱστορίας τῶν Ἐπιστημῶν, ὡς ἐπιστημονικοῦ κλάδου, καὶ τίς βασικὲς τῆς κατευθύνσεις:

T.S. Kuhn: «The History of Science», στὸ T.S. Kuhn: *The Essential Tension*, σ. 105-126, Chicago, 1977.

Αρ. Trackay «History of Science: Has its Present Past a Future?», στὸ R. Stuewer (ed): *Historical and Philosophical Perspectives of Science, Minnesota Studies in Philosophy of Science*, vol 5, σ. 112-127, Mineapolis, 1970.

M. Hesse: «Reason and Evaluation in the History of Science», στὸ M. Hesse: *Revolutions and Reconstructions in the Philosophy of Science*, σ. 1-28, Brighton, Sussex, 1980.

Γιὰ τὴ σχέση Ἱστορίας καὶ Φιλοσοφίας τῶν ἐπιστημῶν βασικὴ εἶναι ἡ συλλογὴ R. Stuewer (ed): ὀ.π., ἀκόμη τὰ ἄρθρα:

R. Giere: «History and Philosophy of Science: Intimate Relationship or Marriage of Convenience» *British Journal for the Phil. of Science*, 1973, σ. 282-297.

R. Burian: «More than a Marriage of Convenience: on the Inextricability of History and Philosophy of Science», *Philosophy of Science*, 1977, σ. 1-42.

Im. Lakatos: «History of Science and its Rational Reconstruction», στὸ Buck, Cohen (eds): *P.S.A. 1970*, σ. 91-136, Dordrecht, 1972.

δ. Ἡ στροφή τῶν ἐτῶν 1960

Τά κύρια γραπτά τῶν ἐκπροσώπων τοῦ νέου ρεύματος εἶναι:

T. S. Kuhn: «*The Structure of Scientific Revolutions*», Chicago, 1962 καὶ δευτέρη ἔκδοση 1970, μέ ἓνα σημαντικὸ «Ἐπίλογο».

T.S. Kuhn: «Logic of Discovery or Psychology of Research», σ. 1-24 καὶ «Reflexions on my Critics», σ. 231-278, στὸ Lakatos, Musgrave

- (eds): *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge, 1970.
- T.S. Kuhn: «*The Essential Tension*», Chicago, 1977 (συλλογή άρθρων με κυριότερα για τήν εξέλιξή του τὰ «*Second Thoughts on Paradigms*», σ. 293-319 καί «*Objectivity, Value Judgment and Theory Choice*», σ. 320-339).
- P. Feyerabend: «*Explanation, Reduction and Empiricism*», σ. 28-97, στό Feigl, Maxwell (eds): *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol III, Mineapolis, 1962.
- P. Feyerabend: «*Problems of Empiricism*», σ. 145-260, στό Colodny (ed): *Beyond the Edge of Certainty*, N.J., 1965.
- P. Feyerabend: «*Against Method*», London, 1975.
- N.R. Hanson: «*Patterns of Discovery*», Cambridge, 1958.
- S. Toulmin: «*Philosophy of Science, An Introduction*», London, 1953.
- S. Toulmin: «*Foresight and Understanding*», London, 1963.
- M. Polanyi: «*Personal Knowledge*», Chicago, 1958.
- Υπάρχει μιὰ άπειρία, κυριολεκτικά, κριτικών μελετών για τό νέο ρεύμα. Όστόσο δέν ύπάρχει, άπ' όσο ξέρω, καμιά σημαντική μελέτη για τήν καταγωγή καί τίς συνθήκες γέννησής του. Κάποια στοιχεία μπορεί νά βρεΐ κανείς στά αυτοβιογραφικά σημεΐα τών γραπτών του Kuhn (κυρίως στην είσαγωγή του *Essential Tension*) καί στό άρθρο: D. Shapere «*Meaning and Scientific Change*», στό Colodny (ed): *Mind and Cosmos*, Pittsbourg, 1965, πού είναι καί μιὰ άπό τίς καλύτερες κριτικές συνοπτικές μελέτες.
- Ή καλύτερη βιβλιογραφία βρίσκεται στό:
- F. Suppe (ed): *The Structure of Scientific Theories*, Urbana, Illinois, 1974, βιβλίο πολύτιμο για τό συγκεκριμένο θέμα, άφού είναι άφιερωμένο στην κρίση τών έτών '60-'70 καί έχει καί μιὰ πελώρια χρήσιμη είσαγωγή.
- «Κλασικές» κριτικές αναφορές στό θέμα θεωρούνται άκόμη:
- I. Lakatos, A. Musgrave: ό.π., πρακτικό συνεδρίου άφιερωμένο στην «*διαμάχη Kuhn-Popper*» (ή άξία ώστόσο του πασίγνωστου αυτού βιβλίου έγκείται περισσότερο, κατά τή γνώμη μου, στό άρθρο του Lakatos, πού δέν αναφέρεται στην «*διαμάχη*»).
- I. Scheffler: *Science and Subjectivity*, Indianapolis, 1967.
- D. Shapere: «*The Structure of Scientific Revolutions*», *Philosophical Review*, 1964, σ. 383-394.
- D. Shapere: «*The Paradigms Concept*» *Science*, 1971 σ. 706-709 (θαυμάσιο σύντομο άρθρο για τήν εξέλιξη της έννοιας Παράδειγμα).

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗ

Μιά ενδιαφέρουσα συζήτηση για τό πρόβλημα τῆς ἀλλαγῆς σημασίας τῶν ἐπιστημονικῶν ὄρων βρίσκεται σέ 4 συνδεόμενα ἄρθρα, στό *Journal of Philosophy*.

P. Achinstein: «On the Meaning of Scientific Terms», *J.P.*, 1964, σ. 495-510.

P. Feyerabend: «On the Meaning of Scientific Terms», *J. P.*, 1965, σ. 266-274.

A. Fine: «Consistency, Derivability and Scientific Change», *J.P.*, 1967, σ. 231-240.

M. Hesse: «Fine's Criteria of Meaning Change», *J.P.*, 1969, σ. 46-52. Στό ἴδιο θέμα δύο ἄρθρα στό *British Journal for the Philosophy of Science*.

J. Leplin: «Meaning Change and the Comparability of Theories», *B.J.P.S.*, 1969, σ. 69-75.

J. Giedymin: «The Paradox of Meaning Variance» *B.J.P.S.*, 1971, σ. 30-48 καί ἡ συλλογή ἄρθρων.

G. Pearce, P. Maynard (eds) : «*Conceptual Change*», Dordrecht, 1973.

ε. *Οἱ σύγχρονες τάσεις τῆς δεκαετίας 1970*

Βασική συλλογή γιά τό «στίγμα» τῆς σημερινῆς Ἐπιστημολογίας, μέ πολύτιμες βιβλιογραφικές ἀναφορές γιά κάθε συγκεκριμένο πρόβλημα:

P. Asquith, H. Kyburg (eds): *Current Research in Philosophy of Science, East Lansing, Michigan*, 1979.

Χρήσιμη ἀκόμη ἡ συλλογή:

G. Radnisky, G. Anderson (eds): *The Structure and Development of Science*, Dordrecht, 1979.

Μιά τάση «φορμαλιστικῆς τυποποίησης τῆς ἀνάλυσης τοῦ Kuhn» στά:

J. Sneed: *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht, 1971.

W. Stegmüller: *The Structure and Dynamics of Theories*, New York, 1976, καί ὁ σχολιασμός τοῦ ἴδιου τοῦ Kuhn.

T.S. Kuhn: «Theory Change as Structure Change: Comments on the Sneed Formalism», *Erkenntnis*, 1976, σ. 179-199.

Ἡ «Μεθοδολογία τῶν ἐρευνητικῶν προγραμμάτων» τοῦ Lakatos βρίσκεται στά:

I. Lakatos: «Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes», σ. 91-196, στό Lakatos, Musgrave (eds):

Criticism and the Growth of Knowledge, Cambridge, 1970.

I. Lakatos: «History of Science and its Rational Reconstruction», σ. 91-135, στο Buck, Cohen (eds): *P.S.A. 1970*, Dordrecht, 1971.

Έφαρμογή τής «Μεθοδολογίας» τοῦ Lakatos στίς φυσικές ἐπιστήμες στή συλλογή:

C. Howson (ed): *Method and Appraisal in the Physical Sciences*, Cambridge, 1976.

Κριτικές στά:

T.S. Kuhn: «Notes on Lakatos», σ. 137-146, στο Buck, Cohen (eds): δ.π.

N. Koertge: «Inter-theoretic Criticism and the Growth of Science», σ. 160-73, στο Buck, Cohen, δ.π.

καί κυρίως στίς συλλογές:

R. Cohen, P. Feyerabend, M. Wartofsky (eds): *Essays in Memory of Imre Lakatos*, Dordrecht, 1976.

G. Radnisky, G. Anderson (eds): *Progress and Rationality in Science*, Dordrecht, 1978 (πρακτικά συνέδριου πάνω στή θέση τῶν φιλοσόφων τοῦ «London School of Economics», δηλ. τής σχολῆς τοῦ Popper καί τοῦ Lakatos). Γιά τή σχέση Lakatos-Feyerabend δέξ ἀντίστοιχα στά:

A. Chalmers: *What is this Thing Called Science*, Queensland, 1976.

P. Feyerabend: *Against Method*, London, 1975.

Γιά τήν ἀνανέωση τοῦ Ρεαλισμοῦ, τήν «αἰτιακή θεωρία τής Ἀναφορᾶς» (Causal Theory of Reference) καί τήν ἐφαρμογή της στήν ἐπιστήμη τά βασικά κείμενα εἶναι:

S. Kripke: «Naming and Necessity», σ. 254-355, στο Davidson, Harman (eds): *Semantics of Natural Language*, Dordrecht, 1972.

H. Putnam: *Philosophical Papers*, vol. II, Cambridge, 1975.

H. Putnam: «What is Realism?» *Proceedings of the Aristotelian Society*, 1976, σ. 177-94.

H. Putnam: *Meaning and the Moral Sciences*, London, 1978.

S. Schwartz (ed): *Naming, Necessity and Natural Kinds*, Ithaca, 1977, (ή συλλογή τῶν βασικῶν κειμένων τής νέας θεωρίας, μέ θαυμάσια εἰσαγωγή).

Κριτική ἀποτίμηση τής νέας θεωρίας στά:

H. Field: «Theory Change and the Indeterminacy of Reference», *Journal of Philosophy*, 1973, σ. 462-481.

A. Fine: «How to Compare Theories», *Noûs*, 1975, σ. 17-32.

M. Hesse: «Truth and the Growth of Scientific Knowledge», σ. 261-280, στο Suppe, Asquith (eds): *P.S.A. 1976* East Lausing,

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗ

Michigan, 1977, vol. II.

N. Jardine: «Realistic Realism and the Progress of Science», σ. 107-125, στο Hookway, Petit (eds): *Action and Interpretation*, Cambridge, 1978.

Μιά νέα δημοφιλής θεωρία τής επιστημονικής προόδου στο: L. Laudan: *Progress and its Problems*, Berkeley & London, 1977 και ή κριτική της:

A. Musgrave: «Problems with Progress», *Synthese*, 1979, σ. 443-464.

Έργα, τέλος, πού θεωρήθηκαν σημαντικές συμβολές στην ίδια περίοδο:

K. Popper: *Objective Knowledge*, Oxford, 1972.

M. Hesse: *The Structure of Scientific Inference*, Berkeley & London, 1977.

D. Shapere: «Scientific Theories and their Domains», σ. 518-566, στο F. Suppe (ed): *The Structure of Scientific Theories*, Urbana, Illinois, 1974.

J. Habermas: *Knowledge and Human Interests* (μετ. από τά γερμανικά), London, 1972.

G. Holton: *Thematic Origins of Scientific Thought*, Cambridge Mass., 1973.

Βασίλης Κάλφας

Μεταφραστικό σημείωμα

Ἡ μετάφραση ἔγινε ἀπό τή δεύτερη ἔκδοση τοῦ βιβλίου (T.S. Kuhn: *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago Univ. Pr., Chicago, 1970²). Στή νέα αὐτή ἔκδοση ὁ Kuhn ἔχει προσθέσει ἕναν «Ἐπίλογο», ὅπου προσπαθεῖ νά ἀπαντήσῃ στίς κριτικές πού ἔχει δεχτεῖ ἡ *Δομή*. Θεωρήσαμε σωστό νά μήν περιλάβουμε στήν ἑλληνική μετάφραση αὐτόν τόν «Ἐπίλογο», ἀφοῦ τά κριτικά κείμενα, στά ὁποῖα ἀναφέρεται ἐκεῖ ὁ Kuhn, εἶναι ἄγνωστα στόν Ἕλληνα ἀναγνώστη.

Στίς σημειώσεις τοῦ συγγραφέα προστέθηκαν καί ὀρισμένες σημειώσεις τοῦ ἐπιμελητῆ, γιά νά διευκολυνθεῖ ἡ κατανόηση φιλοσοφικῶν ἢ ἐπιστημονικῶν ὄρων. Οἱ σημειώσεις αὐτές καθώς καί κάθε ἐπεξηγηματική παρέμβαση τοῦ ἐπιμελητῆ μπαίνουν σέ ἀγκύλες. Οἱ παρενθέσεις ὅμως, ὅπου ὑπάρχουν, εἶναι τοῦ ἴδιου τοῦ συγγραφέα.

Ὄταν εἰσάγεται ἕνας εἰδικός ὄρος (φιλοσοφικός, ἐπιστημονικός ἢ «ἰδιωτικός») δίνεται σέ ἀγκύλη καί ἡ ἀγγλική λέξη.

Ἀπό τούς ἐπιστημονικούς ὄρους, ἐκεῖνοι πού δημιουργοῦν περισσότερο προβλήματα εἶναι αὐτοί πού ἀναφέρονται στίς ξεπερασμένες πιά ἐπιστημονικές θεωρίες. Ἔτσι δέν ἔχει ἰδιαιτέρη σημασία ἄν ὁ ἀναγνώστης δέν ξέρεῖ τί σημαίνει ἀκριβῶς, λ.χ. σπίν τοῦ ἠλεκτρονίου. Ἔχει ὅμως μεγάλη σημασία νά γνωρίζῃ τί σημαίνουν ὄροι ὅπως «φλογιστόν», «θεωρία τῶν καλορί», «ὄρμη» (impetus), πού ἀναφέρονται σ' ὄλο τό μῆκος τοῦ βιβλίου καί στηρίζουν τήν ἐπιχειρηματολογία τοῦ συγγραφέα. Οἱ ὄροι αὐτοί λοιπόν, ὅταν δέ διαφαίνεται ἡ σημασία τους ἀπό τά συμφραζόμενα, ἐπεξηγοῦνται στίς σημειώσεις τοῦ ἐπιμελητῆ.

Ἡ ἀπόδοση τῶν φιλοσοφικῶν ὄρων ἦταν πῶς εὐκόλη, καθώς σιγά σιγά ἀρχίζει νά καθιερώνεται μιά εἰδική ἑλληνική ὀρολογία.

Δίνεται ένας πίνακας τών κυριότερων όρων πού συναντώνται στο βιβλίο.

confirmation: επικύρωση
 falsification: διάψευση
 refutation: απόρριψη
 context of discovery: πλαίσιο ανακάλυψης
 context of justification: πλαίσιο θεμελίωσης
 observation language (termes): παρατηρησιακή γλώσσα (όροι)
 operational definition: διεργασιακός όρισμός
 manipulation: χειρισμός
 standard: κριτήριο (συνήθως)
 crucial experiment: αποφασιστικό πείραμα
 rationalization: λογική άνασυγκρότηση
 puzzle: γρίφος
 esoteric data: συντεχνιακά δεδομένα
 epistemological: γνωσιολογικός (συνήθως)

Ο Kuhn χρησιμοποιεί όμως και τή δική του, «ιδιωματική» όρολογία. Οί σημασίες τών όρων αυτών έπεξηγούνται στά πλαίσια του βιβλίου (δέξ και Είσαγωγή). Οί όροι αυτοί και ή έλληνική τους άπόδοση είναι:

normal - extraordinary science: φυσιολογική - ιδιόρρυθμη έπιστήμη
 crisis: κρίση
 anomaly: άνωμαλία
 paradigm: παράδειγμα
 revolution: επανάσταση
 incommensurable - incommensurability: άσύμμετρος - άσυμμετρής

Χρειάζονται δυό λόγια για τίς άποδόσεις τών όρων paradigm και incommensurability.

Επιλέγεται ή άπόδοση *Παράδειγμα* (μέ κεφαλαίο Π) και όχι *ύπόδειγμα*, πού προτείνει ό Άρ. Κουτουγκος (μετάφραση ενός κεφ. τής *Δομής, Δευκαλίων* 16, Άθήνα, 1977) για τούς έξής λόγους: (α) Πιστεύω ότι όταν ένας έλληνικός όρος επαναισιάγεται, έστω και έλαφρά παραλλαγμένος, στην έλληνική τεχνική όρολογία πρέπει νά διατηρείται· όχι, βέβαια, για λόγους σωβινιστικούς αλλά γιατί αντί νά λύνουμε, προσθέτουμε προβλήματα άπόδοσης και σύγχυσης. Γι' αυτόν τό λόγο διατηρούνται στά

έλληνικά οί ὄροι: Σημαντική, Πραγματισμός, Ρεαλισμός (παρ' ὅτι ἡ πρωταρχική ρίζα δέν εἶναι ἑλληνική), Κυβερνητική κ.ο.κ., ἄν καί ἡ καθημερινή τους χρήση εἶναι διαφορετική. (β) Ὁ ὄρος «ὑπόδειγμα» εἶναι τουλάχιστο ἐξίσου παραπλανητικός μέ τόν ὄρο «παράδειγμα» στή *Δομή*. (γ) Ὁ ὄρος «ὑπόδειγμα» ἀποδίδει πλήρως τόν ὄρο exemplar τοῦ ζεύγους disciplinary matrix-exemplar, μέ τό ὅποιο ὁ Kuhn ἀντικαθιστᾶ ἀργότερα τόν ὄρο paradigm.

Τόν ὄρο «incommensurable» τόν δανείζεται ὁ Kuhn ἀπ' τά μαθηματικά, γιά νά περιγράψει δύο μεγέθη χωρίς κοινό μέτρο σύγκρισης. Τό incommensurable γίνεται λοιπόν «ἀ-σύμ-μετρος» καί τό incommensurability «ἀσυμμετρότητα», λέξη, ἴσως, ὄχι ιδιαίτερα δόκιμη ἀλλά ἀρκετά ἀκριβής. Οἱ ἀποδόσεις «μή-συμμετρικός» καί «ἀσυμμετρία» θά ἦταν ἐντελῶς λανθασμένες.

Ὁ Kuhn χρησιμοποιεῖ ἀκόμη ἀρκετά συχνά τή σύμφυση δύο ἐννοιῶν σέ μία, ἐνώνοντάς τες μέ παύλα (λ.χ. fact-gathering, puzzle-solving). Τίς περισσότερες φορές διατήρησα αὐτόν τόν τρόπο γραφῆς, πού δέν εἶναι βέβαια ιδιαίτερα συνηθισμένος στά ἑλληνικά, εἶναι ὁμως σαφής.

Στίς παραπομπές τῶν σημειώσεων υἱοθετήθηκαν οἱ καθιερωμένοι ἑλληνικοί κώδικες ἐκτός ἀπό τό ed, πού στίς ἀγγλοσαξονικές χῶρες παραπέμπει στόν ἐπιμελητή μιᾶς συλλογικῆς συνήθως ἔκδοσης καί ὄχι στόν ἐκδότη.

Εὐχαριστῶ, τέλος, τή Λίνα Ἐλεγκίτου, πού ἐπιμελήθηκε τή γλωσσική καί τεχνική ὁμοιογένεια τοῦ ἑλληνικοῦ κειμένου.

Πρόλογος

Τό δοκίμιο πού ακολουθεῖ εἶναι τό πρῶτο πλήρες δημοσίευμα ἐνός σχεδίου, πού πρωτοσχηματίστηκε ἐδῶ καί 15 περίπου χρόνια. Ἐκείνη τήν ἐποχή, ἤμουν μεταπτυχιακός φοιτητής στή θεωρητική φυσική καί πλησίαζα ἤδη στό τέλος τῆς διατριβῆς μου. Ἔτυχε τότε νά συμμετάσχω σ' ἕναν πειραματικό κύκλο παραδόσεων φυσικῆς γιά μή ἐπιστήμονες καί μ' αὐτή τήν εὐκαιρία ἦρθα γιά πρώτη φορά σέ ἐπαφή μέ τήν ἱστορία τῶν ἐπιστημῶν. Διαπίστωσα μέ μεγάλη ἐκπληξη ὅτι αὐτή ἡ ἐπαφή μέ τήν ἐπιστημονική θεωρία καί πρακτική ἄλλων καιρῶν, κλόνισε ριζικά μερικές ἀπό τίς βασικές μου ἀντιλήψεις γύρω ἀπό τή φύση τῆς ἐπιστήμης καί τούς λόγους τῆς ἰδιαίτερης ἐπιτυχίας της.

Οἱ ἀντιλήψεις αὐτές ὀφείλονταν ἐνμέρει στήν ἴδια τήν ἐπιστημονική μου παιδεία καί ἐνμέρει σέ ἕνα μακρόχρονο ἐρασιτεχνικό ἐνδιαφέρον γιά τή φιλοσοφία τῆς ἐπιστήμης. Ὡστόσο, παρά τήν παιδαγωγική τους χρησιμότητα καί τήν ἀφηρημένη τους ἀληθοφάνεια, αὐτές οἱ ἔννοιες βρίσκονταν σέ πλήρη δυσαρμονία μέ τήν εἰκόνα πού ἀποκάλυπτε ἡ ἱστορική μελέτη. Καθώς ὅμως, ἔπαιζαν καί ἐξακολουθοῦν νά παίζουν ἕνα θεμελιώδη ρόλο σέ πολλές προσεγγίσεις τῆς ἐπιστήμης, φαινόταν νά ἀξίζει τόν κόπο νά διερευνηθεῖ αὐτή ἡ δυσαρμονία. Τό ἀποτέλεσμα ἦταν νά τροποποιήσω ριζικά τά σχέδια γιά τήν καριέρα μου: μετάβαση ἀπό τή φυσική στήν ἱστορία τῶν ἐπιστημῶν καί, στή συνέχεια, βαθμιαία, ἀπό τά καθαρά ἱστορικά προβλήματα πίσω σ' ἐκεῖνες τίς περισσότερο φιλοσοφικές ἐνασχολήσεις, πού μέ εἶχαν ἀρχικά ὀδηγήσει στήν ἱστορία. Ἐκτός ἀπό λίγα ἄρθρα, αὐτό τό δοκίμιο εἶναι ἡ πρώτη δημοσιευμένη μου δουλειά ὅπου κυριαρχοῦν αὐτές οἱ πρώιμες ἐνασχολήσεις. Κατά κάποιον τρόπο, εἶναι μιά προσπάθεια νά ἐξηγήσω στόν ἑαυτό μου καί σέ φίλους

πῶς συνέβη νά ξεκινήσω ἀπό τήν ἐπιστήμη καί νά περάσω κατὰ κύριο λόγο στήν ἱστορία της.

Ἡ πρώτη εὐκαιρία νά ἐρευνήσω σέ βάθος ὀρισμένες ἀπό τίς ιδέες πού θά ἐκτεθοῦν στή συνέχεια, μοῦ δόθηκε στά τρία χρόνια πού ἤμουν Junior Fellow στό Πανεπιστήμιο Harvard. Χωρίς αὐτή τήν περίοδο τῆς ἐλευθερίας, ἡ μετάβαση σ' ἓνα νέο πεδίο σπουδῶν θά ἦταν πολύ πιά δύσκολη καί ἴσως νά μήν εἶχε πραγματοποιηθεῖ. Αὐτή τήν ἐποχή, ἀφιέρωνα ἓνα μέρος τοῦ χρόνου μου ἀποκλειστικά στήν ἱστορία τῶν ἐπιστημῶν. Εἰδικότερα, συνέχισα νά μελετῶ τά γραπτά τοῦ Alexandre Koyré καί γνώρισα τά κείμενα τῶν Emile Meyerson, Hélène Metzger καί Anneliese Maier¹. Ἡ ὁμάδα αὐτή ἔχει δείξει, καθαρότερα ἀπ' τούς περισσότερους σύγχρονους μελετητές, τί σημαίνει νά σκέφτεται κανεῖς ἐπιστημονικά σέ μιά περίοδο κατὰ τήν ὁποία οἱ κανόνες τῆς ἐπιστημονικῆς σκέψης ἦταν πολύ διαφορετικοί ἀπ' τούς σημερινούς. Ἄν καί μερικές ἐπιμέρους ἱστορικές ἐρμηνεῖες τοῦ μοῦ φαίνονται ὄλο καί περισσότερο συζητήσιμες, τά ἔργα τοῦς, ὅπως καί τό *Great Chain of Being* τοῦ A.O. Lovejoy, ἔχουν παίξει σπουδαῖο ρόλο — τό σημαντικότερο ἀμέσως μετά τά δεδομένα τῶν ἀθθεντικῶν πηγῶν — στή διαμόρφωση τῶν ἀντιλήψεῶν μου γύρω ἀπ' τήν ἱστορία τῶν ἐπιστημονικῶν ιδεῶν. Τόν ἴδιο καιρό, ἀφιέρωνα ἓνα μεγάλο μέρος τοῦ χρόνου μου στή διερεύνηση πεδίων χωρίς ἐκδηλη σχέση μέ τήν ἱστορία τῶν ἐπιστημῶν, ἀλλά ὅπου σήμερα ἡ ἔρευνα ἀποκαλύπτει προβλήματα παρόμοια μ' αὐτά πού μοῦ φανέρωσε ἡ ἱστορία. Μιά ὑποσημείωση, πού συνάντησα τυχαῖα, μέ ὀδήγησε στά πειράματα τοῦ Jean Piaget πάνω στούς διαφορετικούς κόσμους τοῦ ἀναπτυσσόμενου παιδιοῦ καί στή διαδικασία μετάβασης ἀπ' τόν ἓνα στόν ἐπόμενο². Ἐνας συνάδελφος μέ ὤθησε νά διαβάσω κείμενα ψυχολογίας τῆς ἀντίληψης, ἰδιαίτερα τούς ψυχολόγους τῶν Gestalt· κάποιος ἄλλος μέ

1. Ἰδιαίτερα μέ ἐπηρεάσαν τά: Alexandre Koyré, *Etudes Galiléennes* (3 τόμοι, Paris, 1939)· Emile Meyerson, *Identity and Reality*, μετ. K. Loewenberg (New York, 1930)· Hélène Metzger, *Les doctrines chimiques en France du début du XVII^e à la fin du XVIII^e siècle* (Paris, 1923) καί Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique (Paris, 1930)· Anneliese Maier, *Die Vorläufer Galileis im 14. Jahrhundert* («Studien zur Naturphilosophie der Spätscholastik», Rome, 1949).

2. Δυό σύνολα ἐρευνῶν τοῦ Piaget ἀποδείχτηκαν ἰδιαίτερα σημαντικά, ἀκριβῶς ἐπειδή ἀποκάλυψαν ἔννοιες καί διαδικασίες πού ἐμφανίζονται ἄμεσα καί στήν ἱστορία τῶν ἐπιστημῶν: *The Child's Conception of Causality* (London, 1930) καί *Les notions de mouvement et de vitesse chez l' enfant* (Paris, 1946).

εισήγαγε στίς θεωρήσεις του B.L. Whorf γύρω απ' τήν επίδραση τῆς γλώσσας στόν τρόπο θέασης του κόσμου· και ὁ W.V.O Quine μου φανέρωσε τούς φιλοσοφικούς γρίφους τῆς διάκρισης ἀναλυτικού-συνθετικού³. Αὐτό τό εἶδος τῆς τυχαίας ἔρευνας μου ἐπέτρεψε ἡ Society of Fellows, και χωρίς αὐτή δέ θά μπορούσα νά εἶχα βρεῖ τή σχεδόν ἄγνωστη μονογραφία του Ludwik Fleck *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache* (Basel, 1935), ἕνα δοκίμιο πού περιέχει ἤδη πολλές ἀπό τίς ιδέες μου. Ἡ δουλειά του Fleck, ὅπως και μιά παρατήρηση ἐνός ἄλλου Junior Fellow, του Francis X. Sutton, μ' ἔκανε νά συνειδητοποιήσω ὅτι οἱ ιδέες αὐτές μᾶλλον θά ἔπρεπε νά ἐνταχθοῦν στήν κοινωνιολογία τῆς ἐπιστημονικῆς κοινότητας. "Αν και οἱ ἀναγνώστες θά βροῦν στή συνέχεια λίγες ἀναφορές σ' ὄλα αὐτά τά ἔργα και τίς συζητήσεις, τούς ὀφείλω πολύ περισσότερα ἀπ' ὅσα θά μπορούσα τώρα νά ἀναφέρω ἢ νά ἐκτιμῶ.

Τήν τελευταία χρονιά πού ἤμουν Junior Fellow, μιά πρόσκληση γιά διαλέξεις στό Lowell Institute τῆς Βοστώνης, μου ἔδωσε μιά πρώτη εὐκαιρία νά δοκιμάσω αὐτήν τήν ἐξελισσόμενη ἀκόμη σύλληψη τῆς ἐπιστήμης. Τό ἀποτέλεσμα ἦταν μιά σειρά ὀκτώ διαλέξεων, μέ θέμα «Ἡ ἀναζήτηση γιά μιά Φυσική Θεωρία», πού δόθηκαν τό Μάρτιο του 1951. Τόν ἐπόμενο χρόνο ἄρχισα νά διδάσκω καθαρῆ ἱστορία ἐπιστημῶν, και, γιά δέκα περίπου χρόνια, τά προβλήματα πού μου δημιούργησε ἡ διδασκαλία ἐνός τομέα, πού δέν εἶχα ποτέ μελετήσει συστηματικά, δέ μου ἄφησαν παρά ἐλάχιστο χρόνο γιά νά σταθῶ και νά ὀργανώσω τίς ιδέες πού μέ εἶχαν ὀδηγήσει σ' αὐτόν. Εὐτυχῶς, ὅμως, αὐτές οἱ ιδέες ἀποδείχτηκαν πηγές βαθύτερου προσανατολισμοῦ και ἐπέδρασαν σημαντικά στή δόμηση τῆς προβληματικῆς ἐνός μεγάλου μέρους τῆς πύο ἐξειδικευμένης διδασκαλίας μου. Πρέπει ἐπομένως νά εὐχαριστήσω τούς φοιτητές μου γιά τήν ἀνεκτίμητη συνεισφορά τους τόσο στό βίωσιμο τῶν ἀπόψεών μου ὅσο και στήν ἐπιλογή τῶν κατάλληλων τεχνικῶν γιά τήν ἀποτελεσματικῆ διάδοσή τους. Τά ἴδια προβλήματα και ὁ ἴδιος προσανατολισμός δίνουν ἐνότητα στίς περισσότερες ἀπό τίς καθαρὰ ἱστορικές και φαινομενικά ἀποκλίνουσες μελέτες πού ἔχω

3. Τά ἄρθρα του Whorf ἔχουν τώρα συγκεντρωθεῖ ἀπό τόν John B. Carroll στό *Language, Thought, and Reality - Selected Writings of Benjamin Lee Whorf* (New York, 1956). Ὁ Quine παρουσίασε τίς ἀπόψεις του στό «Two Dogmas of Empiricism», πού ἀναδημοσιεύτηκε στό βιβλίο του, *From a Logical Point of View* (Cambridge, Mass., 1953), σ. 20-46.

δημοσιεύσει από τότε. Μερικές από αυτές ασχολούνται με τόν ενοποιητικό ρόλο πού έπαιξε κάποια μεταφυσική θεωρία στη δημιουργική επιστημονική έρευνα. "Άλλες πάλι εξετάζουν με ποió τρόπο οί πειραματικές βάσεις μιās νέας θεωρίας συσσωρεύονται και άφομοιώνονται από τούς όπαδούς μιās παλιότερης και άσυμβίβαστης θεωρίας. Οί ίδιες μελέτες περιγράφουν τή μορφή αυτή ανάπτυξης, πού θά όνομάσω άργότερα «ανάδυση» μιās νέας θεωρίας ή ανακάλυψης. Υπάρχουν κι άλλες παρόμοιες διασυνδέσεις.

Τό τελικό στάδιο για τήν όλοκλήρωση αυτού του δοκίμιου αρχίζει, όταν δέχομαι μιá πρόσκληση νά περάσω τή χρονιά 1958-59 στό Center for Advanced Studies in the Behavioral Sciences. Για μιá άκόμη φορά ήμουν σέ θέση νά δώσω όλη μου τήν προσοχή στά προβλήματα πού θά δοϋμε στή συνέχεια. Πιό σημαντικό όμως ήταν τό γεγονός ότι ή παραμονή μου σέ μιá κοινότητα ειδικών των κοινωνικών επιστημών με έφερε μπροστά σέ άπρόβλεπτα προβλήματα· άφορούσαν τίς διαφορές ανάμεσα σέ αυτές τίς κοινότητες και τίς κοινότητες ειδικών των φυσικών επιστημών όπου είχα εκπαιδευτεί. Ειδικότερα, έντυπωσιάστηκα από τό πλήθος και τήν έκταση των άνοιχτών διαφωνιών πάνω στή φύση των έγκυρων επιστημονικών προβλημάτων και μεθόδων, πού συναντά κανείς ανάμεσα σέ ειδικούς των κοινωνικών επιστημών. Τόσο ή ιστορία όσο και ή προσωπική μου έμπειρία με έκαναν νά άμφιβάλλω άν οί άσχολούμενοι με τίς φυσικές επιστήμες είναι σέ θέση νά δώσουν κάποιες άκριβέστερες ή όριστικότερες άπαντήσεις σέ τέτοιες έρωτήσεις άπ' τούς συναδέλφους τους των κοινωνικών επιστημών. Είναι, βέβαια, άλήθεια ότι ή πρακτική τής άστρονομίας, τής φυσικής, τής χημείας ή τής βιολογίας δέν προκαλεί τίς άντιδικίες πάνω στα θεμέλια τής επιστήμης, πού, στήν εποχή μας, μοιάζουν συχνά σύμφυτες με τήν κοινωνιολογία ή τήν ψυχολογία. Η προσπάθεια νά ανακαλύψω τήν πηγή αυτής τής διαφοράς με όδήγησε νά αναγνωρίσω τό ρόλο πού παίζουν στήν επιστημονική έρευνα, αυτά πού έχω έκτοτε όνομάσει «Παραδείγματα». Μ' αυτόν τόν όρο χαρακτηρίζω καθολικά αναγνωρισμένες επιστημονικές έπιτεύξεις, οί όποιες, για ένα χρονικό διάστημα, παρέχουν πρότυπα προβλημάτων και λύσεων σέ μιá κοινότητα ειδικών. Άπ' τή στιγμή πού αυτό τό στοιχείο στό γρίφο μου λύθηκε, γρήγορα σχηματίστηκε ένα προσχέδιο του κειμένου.

Δέν ύπάρχει λόγος νά αναφερθει έδω ή συνέχεια τής ιστο-

ρίας αὐτοῦ τοῦ προσχέδιου· θά πρέπει μόνο νά ποῦμε λίγα λόγια γιά τή μορφή πού διατήρησε παρά τίς ἀναθεωρήσεις. Μέχρι νά τελειώσει καί νά ἀναθεωρηθεῖ σέ μεγάλο βαθμό μιὰ πρώτη παραλλαγή, ὑπολόγιζα ὅτι τό κείμενο θά ἔβγαине μέ τή μορφή ἐνός τόμου τῆς *Ἐγκυκλοπαιδείας τῆς Ἐνοποιημένης Ἐπιστήμης* [Encyclopedia of Unified Science]. Οἱ ὑπεύθυνοι αὐτοῦ τοῦ πρωτοποριακοῦ ἔργου, στήν ἀρχή μέ παρακάλεσαν, στή συνέχεια μέ δέσμευσαν μέ αὐστηρότητα καί τελικά περίμεναν μέ ἀσυνήθιστη διακριτικότητα καί ὑπομονή γιά κάποιο ἀποτέλεσμα. Τούς ὀφείλω πολλά, ἰδιαίτερα στόν Charles Morris, γιά τήν ἐπιδέξια παρακίνηση καί τίς συμβουλές τους στό τελικό χειρόγραφο. Οἱ περιορισμοί χώρου ὅμως τῆς *Ἐγκυκλοπαιδείας* μέ ἀνάγκασαν νά παρουσιάσω τίς ἀντιλήψεις μου ἐξαιρετικά συμπυκνωμένα καί σχηματικά. Στή συνέχεια, χαλάρωσαν σχετικά αὐτοί οἱ περιορισμοί καί ἔγινε δυνατή ἡ παράλληλη αὐτόνομη δημοσίευση τοῦ κειμένου· ὥστόσο τό ἀποτέλεσμα παραμένει μᾶλλον ἕνα δοκίμιο παρά ἕνα πλήρες βιβλίο, ὅπως θά ἀπαιτοῦσε τελικά τό θέμα μου.

Βέβαια, καθὼς ὁ κύριος στόχος μου εἶναι νά προτείνω μιὰ ἀλλαγή στή σύλληψη καί ἀποτίμηση οἰκείων δεδομένων, ὁ σχηματικός χαρακτήρας αὐτῆς τῆς πρώτης παρουσίασης δέν ἀποτελεῖ ἀναγκαστικά μειονέκτημα. Ἀντίθετα μάλιστα, οἱ ἀναγνώστες πού εἶναι προετοιμασμένοι, ἀπ' τή δική τους ἔρευνα, νά δεχτοῦν αὐτό τό εἶδος νέου προσανατολισμοῦ πού προτείνω, ἴσως βροῦν τήν τελική μορφή τοῦ κειμένου καί πιό κατάλληλη καί πιό εὐκόλα ἀφομοιώσιμη. Ὅπως ὅποτε ὅμως ἔχει καί μειονεκτήματα καί γι' αὐτό θά δηλώσω ἀπό τώρα τί εἶδους προσθήκες σέ ἔκταση καί σέ βάθος ἐλπίζω νά περιλάβει μιὰ προσεχῆς εὐρύτερη ἔκδοση. Πολύ περισσότερο ἱστορικό ὕλικό εἶναι διαθέσιμο ἀπό αὐτό πού μπόρεσα νά ἐκθέσω στό χῶρο πού εἶχα. Τό ὕλικό αὐτό μάλιστα, προέρχεται τόσο ἀπό τήν ἱστορία τῶν βιολογικῶν ὅσο καί τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν. Ἄν ἀποφάσισα νά ἀσχοληθῶ ἐδῶ ἀποκλειστικά μέ τίς φυσικές ἐπιστήμες, τό ἔκανα γιά νά δώσω μεγαλύτερη συνοχή στό κείμενο ἀλλά καί γιατί περιορίστηκα στίς τωρινές μου δυνατότητες.

Ἡ εἰκόνα τῆς ἐπιστήμης, πού πρόκειται νά ἀναπτυχθεῖ ἐδῶ, ὑποδεικνύει τή γονιμότητα ὀρισμένων νέων μορφῶν ἱστορικῆς καί κοινωνιολογικῆς ἔρευνας. Γιά παράδειγμα, χρειάζεται νά μελετηθεῖ μέ κάθε λεπτομέρεια ὁ τρόπος μέ τόν ὁποῖο οἱ «ἀνωμαλίες» — οἱ παραβιάσεις τοῦ ἀναμενόμενου — προκαλοῦν ὄλο καί περισσότερο τήν προσοχή μιᾶς ἐπιστημονικῆς κοινότητος· θά

πρέπει ακόμη νά μελετηθεί τό φαινόμενο τῆς ἀνάδυσσης τῶν κρίσεων, πού μποροῦν νά προκύψουν μετά ἀπό ἐπανειλημμένες ἀποτυχίες νά δοθεῖ μιὰ ἐξήγηση στίς ἀνωμαλίες. Ἡ ἀκόμη, ἄν εἶναι σωστό, ὅπως ὑποστηρίζω, ὅτι κάθε ἐπιστημονική ἐπανάσταση τροποποιεῖ τήν ἱστορική προοπτική τῆς κοινότητος πού τήν πραγματοποιεῖ, τότε αὐτή ἡ ἀλλαγή προοπτικῆς θά πρέπει νά ἐπιδρᾷ στή δομή τῶν μεταεπαναστατικῶν ἐγχειριδίων καί ἐρευνητικῶν δημοσιεύσεων. Ἐνα ἀνάλογο σύμπτωμα — μιὰ ἀλλαγή στήν κατανομή τῶν εἰδικῶν κειμένων πού ἀναφέρονται στίς ὑποσημειώσεις τῶν ἐρευνητικῶν ἄρθρων — θά πρέπει νά μελετηθεῖ ὡς πιθανή ἔνδειξη ὅτι ἐπίκειται κάποια ἐπανάσταση.

Ἡ ἀνάγκη γιά μεγάλη συμπύκνωση μοῦ ἐπέβαλε ἀκόμη νά προσπεράσω χωρίς συζήτηση ὀρισμένα κεφαλαιώδη προβλήματα. Στήν ἀνάπτυξη τῆς ἐπιστήμης, π.χ. ἡ διάκριση τῆς περιόδου πού προηγεῖται ἐνός Παραδείγματος ἀπό αὐτήν πού ἔπεται, γίνεται μέ πολύ σχηματικό τρόπο. Καθεμίᾳ ἀπό τίς σχολές, τῶν ὁποίων ὁ ἀνταγωνισμός χαρακτηρίζει τήν πρώτη περίοδο, ὀδηγεῖται ἀπό κάτι πού μοιάζει μέ Παράδειγμα· ὑπάρχουν περιπτώσεις, ἄν καί σπάνιες πιστεύω, ὅπου δύο Παραδείγματα μποροῦν νά συνυπάρχουν εἰρηνικά καί στή δεύτερη περίοδο. Ἡ ἀπλή κατοχή ἐνός Παραδείγματος δέν εἶναι ἐπαρκές κριτήριον γιά τήν ἀναπτυξιακή μετάβαση πού θά ἀναλυθεῖ στό κεφάλαιο II. Κάτι ἀκόμη πιά σημαντικό. Ἄν ἐξαιρεθοῦν κάποιες περιστασιακές σύντομες νύξεις, δέν ἀναφέρομαι καθόλου στό ρόλο τῆς τεχνολογικῆς προόδου ἢ τῶν ἐξωτερικῶν — κοινωνικῶν, οἰκονομικῶν καί διανοητικῶν — συνθηκῶν στήν ἀνάπτυξη τῆς ἐπιστήμης. Ὅμως, καί μόνο ἡ περίπτωση τοῦ Κοπέρνικου καί τοῦ ἡμερολόγιου θά ἀρκοῦσε γιά νά δείξει ὅτι οἱ ἐξωτερικές συνθήκες μποροῦν νά συμβάλλουν στή μετατροπή μιᾶς ἀπλῆς ἀνωμαλίας σέ πηγὴ ὀξείας κρίσης. Ἡ ἴδια περίπτωση θά ἔδειχνε μέ ποιό τρόπο οἱ ἐξωτερικές πρὸς τήν ἐπιστήμη συνθήκες μποροῦν νά ἐπηρεάσουν τό φάσμα τῶν ἐναλλακτικῶν λύσεων, πού προσφέρονται σ' ἐκεῖνον πού ζητᾷ νά θέσει τέλος σέ μιὰ κρίση προτείνοντας κάποια ἐπαναστατική μεταρρύθμιση⁴. Ἡ ἄμεση μελέτη τέτοιων

4. Αὐτά τά στοιχεῖα ἀναλύονται στό: T.S. Kuhn, *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought* (Cambridge, Mass., 1957), σ. 122-132, 270-271. Ἄλλες ἐπιπτώσεις ἐξωτερικῶν διανοητικῶν καί οἰκονομικῶν συνθηκῶν στήν ἀνάπτυξη τῆς ἐπιστήμης συζητιοῦνται στά ἄρθρα μου: «Conservation of Energy as an Example of Simultaneous Discovery», *Critical Problems in the History of Science*, ed. Marshall Claggett (Madison Wis., 1959), σ. 321-

ἐπιδράσεων, δὲ νομίζω ὅτι θὰ τροποποιῶσε τίς κύριες θέσεις αὐτοῦ τοῦ κειμένου· σίγουρα ὥστόσο θὰ πρόσθετε μιά κορυφαία σημασίας διάσταση γιὰ τὴν κατανόηση τῆς ἐπιστημονικῆς προόδου.

Τέλος, καὶ ἴσως τὸ πιὸ σημαντικό, οἱ περιορισμοὶ διαθέσιμου χώρου ἐπέδρασαν σημαντικὰ στὸν τρόπο μὲ τὸν ὁποῖο θίχτηκαν οἱ φιλοσοφικὲς ἐπιπτώσεις τῆς ἱστορικὰ προσανατολισμένης εἰκόνας τῆς ἐπιστήμης πού προκύπτει ἀπ' αὐτὸ τὸ δοκίμιο. Εἶναι ἔμφανές ὅτι ὑπάρχουν τέτοιες ἐπιπτώσεις, καὶ προσπάθησα τόσο νὰ τίς ἐπισημάνω ὅσο καὶ νὰ τεκμηριώσω τίς κυριότερες. "Ὁμως, ὅταν ἔκανα κάτι τέτοιο, συνήθως ἀπέφυγα νὰ προχωρήσω σὲ λεπτομερῆ συζήτηση τῶν ἀπόψεων τῶν σύγχρονων ἐπιστημολόγων στοὺς ἀντίστοιχους τομεῖς. Στὰ σημεῖα, ὅπου ἀμφισβητῶ τίς καθιερωμένες ἑρμηνεῖς, ἀπευθύνομαι σὲ μιά γενικὴ φιλοσοφικὴ στάση καὶ ὄχι σὲ κάποια συγκεκριμένη σχολή. "Ἔτσι, ὀρισμένοι πού ὑποστηρίζουν καὶ ἐντάσσονται σὲ μιά ἀπ' αὐτὲς τίς ὁργανωμένες σχολές, μπορεῖ νὰ μείνουν μὲ τὴν ἐντύπωση ὅτι παρανόησα τὴν ἄποψή τους. Θὰ ἔχουν ἄδικο, ἀλλὰ δυστυχῶς αὐτὸ τὸ δοκίμιο δὲ σχεδιάστηκε γιὰ νὰ τοὺς πείσει. Γιὰ κάτι τέτοιο θὰ χρειαζόταν ἓνα πολὺ μεγαλύτερο καὶ πολὺ διαφορετικὸ βιβλίο.

Οἱ αὐτοβιογραφικὲς ἀναφορές, μὲ τίς ὁποῖες ξεκινᾷ αὐτὸς ὁ πρόλογος, ἔχουν σκοπὸ νὰ ἐπισημάνουν τίς κυριότερες ὀφειλές μου τόσο στὰ ἐμπεριστατωμένα ἔργα ὅσο καὶ στὰ ἰδρύματα πού μὲ βοήθησαν νὰ μορφοποιήσω τὴ σκέψη μου. Τὸ ὑπόλοιπο αὐτῆς τῆς ὀφειλῆς θὰ προσπαθῆσω νὰ ἐκπληρώσω μὲ συγκεκριμένες ἀναφορές στὶς σελίδες πού θὰ ἀκολουθήσουν. "Ὅλα ὅμως ὅσα ἀγέφερα ἤδη καὶ θὰ ἀναφέρω καὶ στὴ συνέχεια παραμένουν μιά ἀπλή νύξη γιὰ τὸ πλῆθος καὶ τὴ φύση τῶν προσωπικῶν μου ὑποχρεώσεων σὲ ἄτομα πού σὲ κάποια στιγμή, μὲ ὑποδείξεις ἢ κριτικὲς, βοήθησαν ἢ κατεύθυναν τὴ διανοητικὴ μου ἀνάπτυξη. "Ἐχει περάσει πολὺς χρόνος ἀπὸ τότε πού οἱ ἰδέες αὐτοῦ τοῦ κειμένου ἄρχισαν νὰ παίρνουν σχῆμα· ἂν καταρτιζόταν μιά λίστα μὲ τὰ ὀνόματα ὄλων ἐκείνων, πού δικαιολογημένα θὰ εὑρισκαν κάποια ἵχνη τῆς δικῆς τους ἐπίδρασης σ' αὐτὲς τίς σελίδες, θὰ εἶχε σχεδὸν τὴν ἴδια ἔκταση μὲ τὴ λίστα τῶν φίλων καὶ τῶν

356, «Sadi Carnot and the Cagnard Engine», *Isis*, LII (1961), σ. 567-574 καὶ «Engineering Precedent for the Work of Sadi Carnot», *Archives internationales d'histoire des sciences*, XIII (1960), σ. 247-251. Ἐπομένως, μόνο σὲ σχέση μὲ τὰ προβλήματα αὐτοῦ τοῦ δοκίμιου, θεωρῶ δευτερεύοντα τὸ ρόλο τῶν ἐξωτερικῶν παραγόντων.

γνωστών μου. Είμαι αναγκασμένος λοιπόν να περιοριστώ στις λίγες πιο σημαντικές επιδράσεις, που δε θα μπορούσαν ποτέ να εξαλειφθούν ολοκληρωτικά, ακόμη και από την πιο ασθενή μνήμη.

Ο James B. Conant, πρότανης τότε του Πανεπιστημίου Harvard, πρώτος με εισήγαγε στην ιστορία των επιστημών και έτσι συνέβαλε στο μετασχηματισμό των αντίληψεών μου για τη φύση της επιστημονικής ανάπτυξης. Από τότε υπήρξε πάντα γενναϊόδωρος στις ιδέες του, στις κριτικές του και στο χρόνο του — συμπεριλαμβανομένου και του χρόνου που χρειάστηκε για να διαβάσει και να προτείνει σημαντικές αλλαγές στο προσχέδιο του κειμένου μου. Ο Leonard K. Nash, μαζί με τον οποίο δίδασκα για πέντε χρόνια, στο ιστορικά προσανατολισμένο σεμινάριο που είχε ιδρύσει ο Dr Conant, ήταν ένας ακόμη πιο δραστήριος συνεργάτης στη διάρκεια εκείνων των χρόνων, που οι ιδέες μου άρχισαν να μορφοποιούνται και έλειψε πολύ στά τελευταία στάδια της ανάπτυξής τους. Για καλή μου τύχη, όμως, όταν έφυγα από το Cambridge, τη θέση του, σαν κάτι περισσότερο από δημιουργικό αντηχείο την πήρε ο συνάδελφός μου στο Berkeley, Stanley Cavell. Τό ότι ο Cavell, ένας φιλόσοφος κυρίως προσανατολισμένος στην ήθικη και την αισθητική, είχε φτάσει σε συμπεράσματα τόσο σύμφωνα με τα δικά μου, ήταν μία σταθερή πηγή υποκίνησης και ενθάρρυνσης για μένα. Ακόμη, ήταν ο μόνος με τον οποίο μπόρεσα ποτέ να συζητήσω τις ιδέες μου, μιλώντας χωρίς πλήρεις προτάσεις αλλά συνθηματικά. Αυτός ο τρόπος επικοινωνίας πιστοποιεί μία τόσο πλήρη κατανόηση που του έπρεπε να μου υποδείξει τό σωστό δρόμο, ανάμεσα ή δίπλα από μεγάλα εμπόδια, που είχα συναντήσει, όταν έτοιμαζα τό πρώτο μου χειρόγραφο.

Όταν τελείωσε αυτή ή πρώτη μορφή, πολλοί άλλοι φίλοι με βοήθησαν, στην επανεξέτασή της. Πιστεύω ότι θα μου συγχωρήσουν τό ότι αναφέρω μόνον τούς τέσσερις, των οποίων οι συνεισφορές αποδείχτηκαν πιο βαθιές και πιο αποφασιστικές: Paul K. Feyerabend του Berkeley, Ernest Nagel του Columbia, H. Pierre Noyes του Lawrence Radiation Laboratory και τό μαθητή μου, John L. Heilborn, που συχνά δούλεψε σε στενή επαφή μαζί μου για την προετοιμασία της τελικής μορφής για την εκτύπωση. Βρήκα όλες τούς τις επιφυλάξεις και υποδείξεις εξαιρετικά χρήσιμες, αλλά δέν έχω λόγους να πιστέψω (ένώ έχω λόγους για να άμφιβάλλω) ότι είτε αυτοί είτε άλλοι που ανέφερα νωρίτερα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

έγκρίνουν στην όλότητά του τό κείμενο πού τελικά προέκυψε.

Οί τελευταίες μου εύχαριστίες στους γονείς, στη γυναίκα και τά παιδιά μου ταιριάζει νά είναι άλλης μορφής. Μέ τρόπους, πού πιθανό νά είμαι ό τελευταίος πού θά τούς αναγνωρίσει, ό καθένας τους προσέφερε μέχρι και διανοητικό ύλικό στη δουλειά μου. "Αλλά έχουν, σέ διάφορους βαθμούς, κάνει κάτι ακόμη πιο σπουδαίο. "Όχι μόνο επέτρεψαν στη δουλειά νά προχωρήσει αλλά και παρακίνησαν την άφοσίωσή μου σ' αυτή. "Όποιος έχει άναμετρηθεί μ' ένα σχέδιο σάν τό δικό μου, θά καταλάβει πόσο θά πρέπει, κατά καιρούς, νά τούς έχει στοιχίσει. Δέν ξέρω πώς νά τούς εύχαριστήσω.

T.S.K.

Berkeley, California
Φεβρουάριος, 1962

I. Είσαγωγή: "Ένας ρόλος για την ιστορία τῶν ἐπιστημῶν

Ἡ ἱστορία, ἂν δέ θεωρηθεῖ ἀπλῶς ἓνα σύνολο ἀνεκδότων ἢ χρονολογιῶν, θά μπορούσε νά μετασχηματίσει ριζικά τήν τρέχουσα εἰκόνα τῆς ἐπιστήμης. Ἡ εἰκόνα αὐτή σχηματίστηκε μέ τόν καιρό, ἀκόμη καί ἀπ' τούς ἴδιους τούς ἐπιστήμονες, κυρίως μέ τή μελέτη τῶν ὀλοκληρωμένων ἐπιστημονικῶν ἐπιτεύξεων, ὅπως καταγράφονται στά κλασικά ἔργα καί, πιά πρόσφατα, στά ἐγχειρίδια μέσα ἀπ' τά ὁποῖα κάθε νέα ἐπιστημονική γενιά μαθαίνει νά ἀσκεῖ τή δουλειά της. Ἀναπόφευκτα, ὅμως, ὁ σκοπός αὐτῶν τῶν βιβλίων εἶναι νά πείσουν καί νά διαπαιδαγωγήσουν. Ἡ ἔννοια τῆς ἐπιστήμης πού προκύπτει ἀπό αὐτά μπορεῖ νά συγκριθεῖ μέ τήν εἰκόνα ἑνός ἔθνικοῦ πολιτισμοῦ πού σχηματίζεται ἀπό τουριστικά φυλλάδια ἢ ἀπό ἐγχειρίδια ξένων γλωσσῶν. Αὐτό τό δοκίμιο προσπαθεῖ νά δείξει ὅτι τέτοια βιβλία μᾶς ἔχουν παραπλανήσει σέ θεμελιώδη σημεῖα. Ὁ στόχος του εἶναι νά χαραῖξει μιᾶ πολύ διαφορετική εἰκόνα τῆς ἐπιστήμης, πού μπορεῖ νά ἀναδυθεῖ ἀπό τήν ἱστορική καταγραφή τῆς ἴδιας τῆς ἐρευνητικῆς δραστηριότητος.

Ὡστόσο, οὔτε καί ἡ ἴδια ἡ ἱστορία δέ θά μπορέσει νά μᾶς δώσει αὐτήν τή νέα εἰκόνα, ἂν συνεχίσουμε νά ἀναζητοῦμε καί νά ἐξετάζουμε ἐξονυχιστικά τά ἱστορικά δεδομένα μέ κύριο στόχο νά ἀπαντήσουμε σέ ἐρωτήματα πού θέτει τό ἀνιστορικό στερεότυπο περιεχόμενο τῶν ἐπιστημονικῶν ἐγχειριδίων. Τά βιβλία αὐτά, γιά παράδειγμα, μοιάζουν συχνά νά ὑπονοοῦν ὅτι τό περιεχόμενο τῆς ἐπιστήμης περιορίζεται ἀποκλειστικά στίς παρατηρήσεις, τούς νόμους καί τίς θεωρίες πού περιγράφονται στίς σελίδες τους. Ἐξίσου συχνά, δίνουν τήν ἐντύπωση ὅτι οἱ ἐπιστημονικές μέθοδοι ἀπλούστατα ταυτίζονται ἀφενός μέ τίς διαχειριστικές τεχνικές

πού χρησιμοποιούνται για τή συλλογή τῶν δεδομένων τοῦ ἔγχειριδίου καί, ἀφετέρου, μέ τίς λογικές διεργασίες πού συνδέουν αὐτά τά δεδομένα καί τίς θεωρητικές γενικεύσεις τοῦ ἔγχειριδίου. Τό ἀποτέλεσμα εἶναι μιὰ εἰκόνα μέ σοβαρές ἐπιπτώσεις στή φύση καί τήν ἀνάπτυξη τῆς ἐπιστήμης.

Ἄν ἡ ἐπιστήμη εἶναι ὁ ἀστερισμός τῶν γεγονότων, τῶν θεωριῶν καί τῶν μεθόδων πού συναντῶνται στά τρέχοντα ἔγχειρίδια, τότε οἱ ἐπιστήμονες εἶναι οἱ ἄνθρωποι πού, μέ ἐπιτυχία ἢ ὄχι, προσπάθησαν νά συνεισφέρουν κάποιο στοιχεῖο σ' αὐτόν τόν ἀστερισμό. Ἡ ἐπιστημονική ἀνάπτυξη γίνεται ἡ τμηματική διαδικασία ἄθροισης αὐτῶν τῶν στοιχείων, ἕνα μετά τό ἄλλο καί σέ συνδυασμούς, στό διαρκῶς ἀξανόμενο σωρό τῆς ἐπιστημονικῆς τεχνικῆς καί γνώσης. Καί ἡ ἱστορία τῶν ἐπιστημῶν γίνεται ὁ κλάδος πού ἐξιστορεῖ τίς διαδοχικές προσθήκες καί τά ἐμπόδια πού παρουσιάστηκαν στή συσσώρευσή τους. Ὁ ἱστορικός ἀσχολεῖται μέ τήν ἐπιστημονική ἀνάπτυξη καί ἐπομένως ἐμφανίζεται νά ἔχει δύο κύριους στόχους. Ἄπ' τή μιὰ μεριά, πρέπει νά προσδιορίζει ποιοί ἄνθρωποι καί σέ ποῖο σημεῖο τοῦ χρόνου ἀνακάλυψαν ἢ ἐπινόησαν κάθε σύγχρονο ἐπιστημονικό γεγονός, νόμο ἢ θεωρία. Ἄπ' τήν ἄλλη, πρέπει νά περιγράψει καί νά ἐξηγήει τό πλῆθος τῶν λαθῶν, τῶν μύθων καί τῶν προλήψεων πού ἐμπόδισαν τήν ταχύτερη συσσώρευση τῶν συστατικῶν στοιχείων τῶν κειμένων τῆς σύγχρονης ἐπιστήμης. Πολλές ἔρευνες ἔχουν γίνει σ' αὐτή τήν κατεύθυνση καί ὀρισμένες συνεχίζονται ἀκόμη.

Στά τελευταῖα ὅμως χρόνια, κάποιοι ἱστορικοί τῆς ἐπιστήμης ἄρχισαν νά βρίσκουν ὄλο καί πιό δύσκολη τήν ἐκπλήρωση τῶν λειτουργιῶν πού τοὺς ἀναθέτει ἡ ἔννοια τῆς ἀνάπτυξης-μέ-συσσώρευση. Ὡς ὑπεύθυνοι τοῦ χρονικοῦ μιᾶς προσθετικῆς διαδικασίας, ἀνακαλύπτουν ὅτι ὅσο βαθαίνει ἡ ἔρευνα, τόσο δυσκολότερη γίνεται ἡ ἀπάντηση σέ ἐρωτήσεις ὅπως, λ.χ.: Πότε ἀνακαλύφθηκε τό ὄξυγόνο; Ποιός συνέλαβε πρῶτος τήν ἀρχή τῆς διατήρησης τῆς ἐνέργειας; Ὅρισμένοι ἀπ' τοὺς ἱστορικούς αὐτούς, ἀρχίζουν σιγά σιγά νά ὑποψιάζονται ὅτι ἀπλούστατα βρισκόμαστε μπροστά σέ λανθασμένες ἐρωτήσεις. Ἴσως ἡ ἐπιστήμη νά μὴν ἀναπτύσσεται μέ συσσώρευση μεμονωμένων ἀνακαλύψεων καί ἐφευρέσεων. Ταυτόχρονα, οἱ ἴδιοι ἱστορικοί ἀντιμετωπίζουν ἀξανόμενες δυσκολίες, ὅταν προσπαθοῦν νά διακρίνουν τήν «ἐπιστημονική» συνιστώσα τῶν παρατηρήσεων καί πεποιθήσεων τοῦ παρελθόντος, ἀπό αὐτό πού οἱ παλιότεροι

ιστορικοί είχαν χωρίς δισταγμό αποκαλέσει «λάθος» και «πρόληψη». "Όσο προσεκτικότερα εξετάζουν, π.χ., τήν αριστοτελική δυναμική, τή χημεία του φλογιστού ή τή θερμοδυναμική των καλορί¹, τόσο περισσότερο πείθονται ότι εκείνες οι οικείες τότε φυσικές αντιλήψεις, ως ολοκληρωμένα σύνολα, δεν ήταν ούτε λιγότερο επιστημονικές ούτε περισσότερο προϊόντα τής ανθρώπινης ιδιοσυγκρασίας απ' ό,τι οι σημερινές αντιλήψεις. "Αν αυτές οι ξεπερασμένες σήμερα πεποιθήσεις πρέπει να αποκληθούν μύθοι, τότε λοιπόν οι μύθοι μπορούν να παραχθούν μέσα απ' τίσ ίδιες μεθόδους και να θεωρηθούν έγκυροι για τούς ίδιους λόγους, που οδηγούν σήμερα στην επιστημονική γνώση. "Αν όμως, αντίθετα, πρέπει να αποκληθούν επιστήμη, τότε ή επιστήμη έμπεριείχε κάποτε σύνολα πεποιθήσεων άσυμβίβαστα μέ αυτά που ισχύουν τώρα. "Από τίσ δύο αυτές έναλλακτικές λύσεις, ό ιστορικός πρέπει να διαλέξει τή δεύτερη. Οι ξεπερασμένες πιά θεωρίες δεν είναι κατ' ανάγκη αντιεπιστημονικές, επειδή έχουν εγκαταλειφθεί. Αύτή ή έπιλογή, ώστόσο, καθιστά δύσκολη τή θέαση τής επιστημονικής ανάπτυξης ως διαδικασία προσάυξης. "Η ίδια ιστορική έρευνα, που αποκαλύπτει τό πόσο δύσκολη είναι ή απομόνωση συγκεκριμένων εφευρέσεων και ανακαλύψεων, μάς κάνει να άμφιβάλλουμε σοβαρά για τή συσσωρευτική διαδικασία, μέσα απ' τήν όποία ύποτίθεται ότι οι μεμονωμένες συνεισφορές στην επιστήμη συντίθενται.

Τό αποτέλεσμα όλων αυτών των άμφιβολιών και δυσκολιών είναι μιá ιστοριογραφική επανάσταση στη μελέτη τής επιστήμης — άν και άκόμη στά πρώιμα στάδιά της. Βαθμιαία, και συχνά χωρίς να τό συνειδητοποιούν, οι ιστορικοί τής επιστήμης αρχίζουν να θέτουν νέας τάξης έρωτήσεις και να χαράσσουν διαφορετικές, όχι πιά συσσωρευτικές, αναπτυξιακές πορείες για τίσ επιστήμες. "Αντί να άναζητούν τίσ ισχύουσες συνεισφορές μιās παλιότερης επιστήμης στη σημερινή πλεονεκτική μας σκοπιά, προσπαθούν να σκιαγραφήσουν τήν ιστορική όλότητα αυτής τής επιστήμης στον καιρό της. Ρωτούν, για παράδειγμα, όχι για τή σχέση των άπόψεων του Γαλιλαίου μέ τή σύγχρονη επιστήμη,

1. [Οι αντιλήψεις αυτές θά αναλυθούν λεπτομερειακά στη συνέχεια. Για τήν άρα, άρκεί ή παρατήρηση ότι οι τρεις αυτές σφαιρικές θεωρίες αντιπροσωπεύουν τίσ γνωστότερες περιπτώσεις «προ-επιστημονικών» συνόλων αντίληψεων, που άπορρίπτονται μετά τον έρχομό αντίστοιχα τής νευτώνιας μηχανικής, τής χημικής θεωρίας του Lavoisier και τής κλασικής θερμοδυναμικής] σ.τ.έ.

άλλα περισσότερο για τή σχέση τῶν ἀπόψεων του μέ τίς ἀπόψεις τῆς ομάδας του, δηλαδή τῶν δασκάλων, τῶν συγχρόνων καί τῶν ἀμέσων διαδόχων του στίς ἐπιστήμες. Μάλιστα, ἐπιμένουν στή μελέτη τῶν ἀπόψεων ἐκείνης τῆς ομάδας καί ἄλλων παρόμοιων ομάδων μέ σκοπό — κατά κανόνα πολύ διαφορετικό ἀπ' ὅ,τι στή σύγχρονη ἐπιστήμη — νά προσδώσουν τή μεγαλύτερη ἐσωτερική συνοχή σ' αὐτές τίς ἀπόψεις καί τήν ἀκριβέστερη δυνατή προσαρμογή τους στά φυσικά φαινόμενα. Μέσα ἀπ' τά ἔργα αὐτῶν τῶν ιστορικῶν — τό πληρέστερο ὑπόδειγμά τους εἶναι ἴσως τά γραπτά τοῦ Alexandre Koyré — ἡ ἐπιστήμη δέ φαίνεται νά ἔχει πολλά κοινά σημεῖα μέ αὐτή πού ἐρευνοῦν οἱ συγγραφεῖς τῆς παλαιότερης ιστοριογραφικῆς παράδοσης. Τουλάχιστο στίς συνέπειές τους, αὐτές οἱ ιστορικές σπουδές ὑπονοοῦν τή δυνατότητα μιᾶς νέας εἰκόνας τῆς ἐπιστήμης. Αὐτή τήν εἰκόνα τείνει νά σκιαγραφήσει τό κείμενο αὐτό, τονίζοντας μερικές ἀπ' τίς συνέπειες τῆς νέας ιστοριογραφίας.

Ποιές πλευρές τῆς ἐπιστήμης θά ἐξεταστοῦν ἰδιαίτερα στήν πορεία αὐτῆς τῆς ἐργασίας; Πρῶτα, τουλάχιστο μέ τή σειρά παρουσίασης, θά σταθοῦμε στήν ἀνεπάρκεια τῶν ἴδιων τῶν μεθοδολογικῶν ὁδηγῶν νά ἐπιβάλουν ἓνα μοναδικό οὐσιαστικό συμπέρασμα στά διάφορα εἶδη τῶν ἐπιστημονικῶν ἐρωτήσεων. Ἄν κάποιος, πού γενικά ἔχει κάποια ἐξοικείωση μέ τήν ἐπιστήμη, ἀποπειραθεῖ νά ἐξετάσει τά ἠλεκτρικά ἢ τά χημικά φαινόμενα χωρίς νά ἔχει καμιά εἰδική γνώση γι' αὐτά τά πεδία, εἶναι δυνατό νά φτάσει μέ ἔγκυρο τρόπο σέ ὁποιοδήποτε ἀπό ὀρισμένα ἀσυμβίβαστα μεταξύ τους συμπεράσματα. Ἄνάμεσα σ' αὐτές τίς ἔγκυρες πιθανότητες, τά εἰδικά συμπεράσματα στά ὁποῖα τελικά θά καταλήξει καθορίζονται ἐνδεχομένως ἀπό τήν προηγούμενη ἐμπειρία του σέ ἄλλα πεδία, ἀπό συμπτώσεις στήν ἐρευνά του καί ἀπό τήν ἴδια τήν προσωπική του συγκρότηση. Τί πεποιθήσεις γύρω ἀπό τήν ἀστρονομία, λ.χ., μεταφέρει στή μελέτη τῆς χημείας ἢ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ; Ποιό ἀπό τά πολλά δυνατά πειράματα τά κατάλληλα γιά τό νέο πεδίο θά διαλέξει νά ἐκτελέσει πρῶτο; Καί ποιές πλευρές τοῦ σύνθετου φαινομένου πού τότε προκύπτει, θά τοῦ ἐντυπωθοῦν ὡς οἱ πιό ἀρμόζουσες γιά τή διερεύνηση τῆς φύσης τῆς χημικῆς ἀλλαγῆς ἢ τῆς ἠλεκτρικῆς συγγένειας; Γιά τό μεμονωμένο ἐπιστήμονα, ἀλλά καί μερικές φορές γιά ὀλόκληρη τήν ἐπιστημονική κοινότητα, ἀπαντήσεις σ' αὐτές τίς ἐρωτήσεις εἶναι συχνά καθοριστικές γιά τήν ἐπιστημονική ἀνάπτυξη. Θά ἐπισημάνουμε, γιά παράδειγμα, στό κεφάλαιο

II, ότι οι πρώιμες αναπτυξιακές φάσεις τών περισσότερων επιστημών χαρακτηρίστηκαν από συνεχή ανταγωνισμό διαφορετικών φυσικών αντιλήψεων, πού ή καθεμιά, ως ένα βαθμό, επιβαλλόταν από τις επιταγές τής επιστημονικής παρατήρησης και μεθόδου και πού όλες ήταν σε γενικές γραμμές συμβιβαστές με τις επιταγές αυτές. Αυτό πού διαφοροποιούσε αυτές τις ποικίλες σχολές δέν ήταν κάποιο λάθος στη μέθοδο — ήταν όλες «επιστημονικές» —, αλλά αυτό πού θά ονομάσουμε αργότερα ασύμμετρους [incommensurables] τρόπους θέασης τού κόσμου και άσκησης τής επιστήμης. 'Η παρατήρηση και ή εμπειρία μπορούν και πρέπει νά περιορίσουν δραστικά τό πεδίο τών άποδεκτών επιστημονικών πεποιθήσεων· άλλιώς δέ θά μπορούσε νά υπάρξει επιστήμη. 'Αλλά δέν είναι σε θέση, αυτές μόνο, νά καθορίσουν ένα ειδικό σύνολο τέτοιων πεποιθήσεων. Μία φαινομενικά αυθαίρετη συνιστώσα, πού προκύπτει από προσωπικές και ιστορικές συμπτώσεις, είναι πάντοτε ένα από τά στοιχειά πού διαμορφώνουν τις πεποιθήσεις μιās δεδομένης επιστημονικής κοινότητας σ' ένα δεδομένο χρονικό σημείο.

Αυτό τό στοιχείο αυθαιρεσίας, όμως, δέ σημαίνει ότι κάποια ομάδα επιστημόνων θά μπορούσε νά άσκει τή δουλειά της χωρίς ένα σύνολο άποδεκτών πεποιθήσεων. Ούτε πάλι μειώνει τις συνέπειες τής ουσιαστικής σύνδεσης τής ομάδας με έναν ιδιαίτερο άστερισμό πεποιθήσεων, σε κάποια δεδομένη στιγμή. Μιά επιστημονική κοινότητα σπάνια άρχίζει άποτελεσματική έρευνα, πρίν θεωρήσει ότι κατέχει σταθερές άπαντήσεις σε έρωτήσεις όπως αυτές: Ποιές είναι οι θεμελιακές όντότητες από τις οποίες άποτελείται τό σύμπαν; Μέ ποιό τρόπο επιδρά ή μία πάνω στην άλλη και στις ανθρώπινες αισθήσεις; Ποιές έρωτήσεις πάνω σ' αυτές τις όντότητες θά θεωρηθοῦν έγκυρες και ποιές τεχνικές επιτρέπεται νά χρησιμοποιηθοῦν στην αναζήτηση λύσεων; Στην περίπτωση τών ώριμων, τουλάχιστο, επιστημών, άπαντήσεις (ή πλήρη ύποκατάστατα άπαντήσεων) σε παρόμοιες έρωτήσεις είναι σταθερά ένσωματωμένες στην εκπαιδευτική μύηση, πού προετοιμάζει και έξασκει τό σπουδαστή για τήν πρακτική τής δουλειās του. Καθώς αυτή ή εκπαίδευση είναι αυστηρή και άκαμπτη, τέτοιες άπαντήσεις καταλήγουν νά έπηρεάζουν βαθιά τήν επιστημονική συνείδηση. Αυτή ή επίδραση βρίσκεται στη βάση τής ιδιόμορφης άποτελεσματικότητας τής «φυσιολογικής» έρευνητικής δραστηριότητας και τής κατεύθυνσης πού παίρνει κάθε φορά. "Όταν θά εξετάσουμε τή φυσιολογική επιστήμη [normal

science], στά κεφάλαια III, IV και V, θά καταλήξουμε τελικά νά περιγράψουμε αὐτή τήν ἔρευνα ὡς ἐπίμονη καί ἐντατική προσπάθεια νά ἐξαναγκαστεῖ ἡ φυσική πραγματικότητα νά προσαρμοστεῖ στά ἐννοιολογικά πλαίσια πού παρέχει ἡ ἐπαγγελματική ἐκπαίδευση. Ταυτόχρονα θά θέσουμε τό ἐρώτημα ἂν ἡ ἔρευνα θά μπορούσε νά προχωρήσει χωρίς τέτοια πλαίσια, ὅποιο κι ἂν εἶναι τό στοιχεῖο αὐθαιρεσίας πού ὑπηρετρεται στήν ἱστορική καταγωγή καί, εὐκαιριακά, στή μετέπειτα ἀνάπτυξή τους.

Πράγματι, αὐτό τό στοιχεῖο αὐθαιρεσίας ὑπάρχει, καί μάλιστα ἔχει σημαντική ἐπίδραση στήν ἐπιστημονική ἀνάπτυξη — πού θά ἐξετάσουμε στά κεφάλαια VI, VII καί VIII. Ἡ φυσιολογική ἐπιστήμη, ἡ δραστηριότητα δηλ. πού καλύπτει ἀναπόφευκτα ὄλο σχεδόν τό χρόνο τῶν περισσότερων ἐπιστημόνων, βασίζεται στήν ὑπόθεση ὅτι ἡ ἐπιστημονική κοινότητα γνωρίζει τό πῶς εἶναι φτιαγμένος ὁ κόσμος. Μεγάλο μέρος τῆς ἐπιτυχίας τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης ὀφείλεται στήν ἐπιθυμία τῆς κοινότητας νά ὑπερασπιστεῖ αὐτή τήν ὑπόθεση, ἀκόμη καί ὅταν τό ἀναγκαῖο κόστος εἶναι σημαντικό. Γιά παράδειγμα, συχνά θεμελιώδεις καινοτομίες καταπνίγονται, γιατί εἶναι ἀδύνατο νά συμβιβαστοῦν μέ βασικές συμβάσεις τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης. Ὡστόσο, ἀπ' τή στιγμή πού αὐτές οἱ συμβάσεις διατηροῦν ἕνα στοιχεῖο αὐθαιρεσίας, ἡ ἴδια ἡ φύση τῆς φυσιολογικῆς ἔρευνας ἐγγυᾶται ὅτι ἡ καινοτομία δέ θά καταπνίγεται γιά πολύ καιρό. Κάποτε συμβαίνει ἕνα φυσιολογικό πρόβλημα, δηλ. ἕνα πρόβλημα πού θά ἔπρεπε νά μπορεῖ νά λυθεῖ μέ τούς δοκιμασμένους κανόνες καί διαδικασίες, νά ἀνθίσταται στίς ἐπανειλημμένες ἐπιθέσεις τῶν πῶ προικισμένων μελῶν τῆς ἀρμόδιας ὁμάδας. Ἄλλοτε πάλι, μιά συσκευή σχεδιασμένη καί κατασκευασμένη γιά σκοπούς φυσιολογικῆς ἔρευνας δέν καταφέρει νά λειτουργήσει μέ τόν προβλεπόμενο τρόπο, ἀποκαλύπτοντας μιά ἀνωμαλία πού, παρά τίς ἐπίμονες προσπάθειες, εἶναι ἀδύνατο νά εὐθυγραμμιστεῖ μέ τίς προβλέψεις τῶν ἐπιστημόνων. Σ' αὐτές, ἀλλά καί σ' ἄλλες παρόμοιες περιπτώσεις, ἡ φυσιολογική ἐπιστήμη ξεστρατίζει. Καί ὅταν συμβαίνει αὐτό — ὅταν δηλαδή ὁ κλάδος δέν μπορεῖ πιά νά παρακάμψει ἀνωμαλίες πού ὑπονομεύουν τήν ὑπάρχουσα παράδοση ἐπιστημονικῆς πρακτικῆς — τότε ἀρχίζουν ἐκεῖνες οἱ «ιδιόρρυθμες» ἔρευνες [extraordinary investigations] πού ὀδηγοῦν τόν κλάδο τελικά σ' ἕνα νέο σύνολο συμβάσεων, σέ μιά νέα βάση γιά τήν ἐπιστημονική πρακτική. Τά ιδιόρρυθμα ἐπεισόδια, στή διάρκεια τῶν ὁποίων συντελεῖται αὐτή ἡ τροποποίηση τῶν

ἐπαγγελματικῶν συμβάσεων, θά ὀνομαστοῦν σ' αὐτό τό βιβλίον ἐπιστημονικές ἐπαναστάσεις. Εἶναι τά ρήγματα στήν παράδοση πού συμπληρώνουν τήν παραδοσιακή δραστηριότητα τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης.

Οἱ ἐμφανέστερες περιπτώσεις ἐπιστημονικῶν ἐπαναστάσεων εἶναι ἐκεῖνα τά πασίγνωστα ἐπεισόδια στήν ἀνάπτυξη τῆς ἐπιστήμης πού, καί στό παρελθόν, συχνά ἔχουν ὀνομαστεῖ ἐπαναστάσεις. Στά κεφάλαια ΙΧ καί Χ, ὅπου θά ἐξετάσουμε λεπτομερειακά τή φύση τῶν ἐπιστημονικῶν ἐπαναστάσεων, θά ἀναφερθοῦμε ἐπανελημμένα στά κυριότερα σημεῖα καμπῆς τῆς ἐπιστημονικῆς ἀνάπτυξης, τά συνδεδεμένα μέ τά ὀνόματα τοῦ Κοπέρνικου, τοῦ Newton, τοῦ Lavoisier καί τοῦ Einstein. Ἐδῶ φαίνεται, καθαρότερα ἀπό ὅ,τι σέ κάθε ἄλλο ἐπεισόδιο τῆς ἱστορίας τῶν φυσικῶν τουλάχιστο ἐπιστημῶν, τί συμβαίνει στή διάρκεια τῶν ἐπιστημονικῶν ἐπαναστάσεων. Καί στίς τέσσερις περιπτώσεις πού ἀναφέραμε, ἡ ἐπιστημονική κοινότητα ὀδηγήθηκε στήν ἀπόρριψη μιᾶς καταξιωμένης ἐπιστημονικῆς θεωρίας γιά χάρη κάποιας ἄλλης ἀσυμβίβαστης πρός αὐτήν. Προκλήθηκε μιᾶ ἀνάλογη μετατόπιση τόσο στά προβλήματα πού συγκέντρωναν τό ἐπιστημονικό ἐνδιαφέρον, ὅσο καί στά καθιερωμένα κριτήρια τοῦ κλάδου, πού καθόριζαν ποιό θά μπορούσε νά εἶναι ἕνα ἀποδεκτό πρόβλημα ἢ μιᾶ ἔγκυρη ἐπίλυση-προβλήματος. Καί ἀκόμη, τροποποιήθηκε ἡ ἐπιστημονική φαντασία σέ τέτοιο βαθμό, ὥστε τελικά θά χρειαστεῖ νά μιλήσουμε γιά μετασχηματισμό τοῦ κόσμου, μέσα στόν ὁποῖο συντελεῖται τό ἐπιστημονικό ἔργο. Τέτοιες ἀλλαγές, καί οἱ διενέξεις πού σχεδόν πάντοτε τίς συνοδεύουν, εἶναι τά καθοριστικά χαρακτηριστικά τῶν ἐπιστημονικῶν ἐπαναστάσεων.

Αὐτά τά χαρακτηριστικά ἐμφανίζονται, μέ ἰδιαίτερη καθαρότητα, ὅταν μελετοῦμε, π.χ., τή νευτώνια ἢ τή χημική ἐπανάσταση. Ὅμως, θεμελιακή θέση αὐτοῦ τοῦ βιβλίου εἶναι ὅτι ἡ μελέτη καί πολλῶν ἄλλων ἐπεισοδίων, ὄχι ἔκδηλα ἐπαναστατικῶν, μπορεῖ νά φανερώσει τά ἴδια χαρακτηριστικά. Οἱ ἐξισώσεις τοῦ Maxwell, γιά τήν πολύ μικρότερη ἐπαγγελματική ὀμάδα πού ἐπηρεάσαν ἄμεσα, θεωρήθηκαν ἐξίσου ἐπαναστατικές μέ τοῦ Einstein καί συνάντησαν παρόμοια ἀντίδραση. Ἡ ἐπινόηση νέων θεωριῶν προκαλεῖ, κατά καιρούς καί δικαιολογημένα, παρόμοιες ἀντιδράσεις σέ ὀρισμένους εἰδικούς, τῶν ὁποίων ὁ τομέας θίγεται ἀπό αὐτές. Γιά τούς εἰδικούς αὐτούς, ἡ νέα θεωρία ἐπιφέρει ἀλλαγές στούς κανόνες πού διέπουν τήν πρακτική τῆς φυσιολογικῆς

έπιστήμης. 'Αναπόφευκτα, λοιπόν, θίγεται ένα μεγάλο μέρος επιστημονικού έργου, πού είχε ήδη μέ έπιτυχία συντελεστεί. Νά λοιπόν, γιατί μιά νέα θεωρία, όσο περιορισμένο κι αν είναι τό φάσμα εφαρμογής της, σπάνια αν όχι ποτέ, είναι άπλως μιά προσθήκη σ' αυτό πού μās είναι ήδη γνωστό. 'Η άφομοίωσή της άπαιτεί τήν ανασυγκρότηση τής προηγούμενης θεωρίας και τήν επανεκτίμηση τών προηγούμενων δεδομένων, μιά ουσιαστικά επαναστατική διαδικασία, πού σπάνια ολοκληρώνεται άπό ένα μόνο άνθρωπο, και ποτέ άπό τή μιά μέρα στην άλλη. Δέν είναι λοιπόν περίεργο τό γεγονός ότι οί ιστορικοί είχαν δυσκολίες νά χρονολογήσουν μέ ακρίβεια αυτή τήν παρατεταμένη διαδικασία, πού ή καθιερωμένη όρολογία τούς παρακινούσε νά θεωρήσουν ως μεμονωμένο συμβάν.

Ούτε πάλι, οί νέες έπινοήσεις θεωριών είναι τά μοναδικά έπιστημονικά γεγονότα πού έχουν επαναστατική επίδραση στους θιγόμενους άμεσα ειδικούς. Οί συμβάσεις, πού διέπουν τή φυσιολογική έπιστήμη, προσδιορίζουν όχι μόνο τί είδους όντότητες περιέχει τό σύμπαν αλλά και τί, κατά λογική συνέπεια, δέν περιέχει. "Έπεται λοιπόν, αν και τό σημείο αυτό άπαιτεί έκτεταμένη συζήτηση, ότι μιά ανακάλυψη όπως τού όξυγόνου ή τών ακτίνων Χ δέν προσθέτει άπλως μιά άκόμη μονάδα στον πληθυσμό τού κόσμου τού έπιστήμονα. Τελικά θά φτάσει νά έχει αυτό τό άποτέλεσμα, αλλά άφου προηγουμένως ή επαγγελματική κοινότητα επανεκτιμήσει παραδοσιακές πειραματικές διατάξεις, διαφοροποιήσει τίς αντίληψεις της πάνω στις οικείες άπό παλιά όντότητες και βαθμιαία τροποποιήσει τό θεωρητικό πλέγμα μέσα άπ' τό όποιο συλλαμβάνει τόν κόσμο. Τό γεγονός και ή έπιστημονική θεωρία δέν μπορούν νά άποτελέσουν δύο ξεχωριστές κατηγορίες, παρά μόνο ίσως σέ μιά μεμονωμένη παράδοση φυσιολογικής-έπιστημονικής έρευνας. Νά, γιατί ή άπροσδόκητη ανακάλυψη δέν είναι άπλως μιά προσφορά στον τομέα τών γεγονότων ό κόσμος τού έπιστήμονα μετασηματίζεται ποιοτικά αλλά και εμπλουτίζεται ποσοτικά άπό θεμελιώδεις καινοτομίες στον τομέα είτε τών γεγονότων είτε τών θεωριών.

Αυτή ή διευρυμένη αντίληψη τής φύσης τών έπιστημονικών επαναστάσεων θά άναπτυχθεί στις σελίδες πού θά ακολουθήσουν. Πρέπει νά όμολογήσω ότι αυτή ή διευρυμένη χρήση έρχεται σέ αντίθεση μέ τή συνηθισμένη όρολογία. Θα συνεχίσω όμως νά χαρακτηρίζω άκόμη και τίς ανακαλύψεις επαναστατικές, γιατί, εκείνο πού κάνει τή διευρυμένη αντίληψη νά μου φαίνεται τόσο

σημαντική, είναι ακριβώς η δυνατότητα συσχετισμού της δομής των επιμέρους ανακαλύψεων με τη δομή, γιά παράδειγμα της κοπερνίκειας επανάστασης.

“Όσα είπαμε μέχρι τώρα δείχνουν με ποιό τρόπο θά αναπτυχτούν οι συμπληρωματικές έννοιες της φυσιολογικής επιστήμης και των επιστημονικών επαναστάσεων στά έννέα κεφάλαια πού ξπονται. Τό υπόλοιπο μέρος αυτού του βιβλίου διαπραγματεύεται τρία προβλήματα πού παραμένουν κεντρικά. Στο κεφ. XI, μελετώντας τά επιστημονικά έγχειρίδια, τίθεται τό έρώτημα, γιατί στάθηκε τόσο δύσκολο στό παρελθόν νά γίνουν αντίληπτες οι επιστημονικές επαναστάσεις. Τό κεφάλαιο XII περιγράφει τόν ανταγωνισμό ανάμεσα στους όπαδούς της παλαιάς φυσιολογικής-επιστημονικής παράδοσης και τούς έκφραστες της νέας. Έπομένως ξεετάζει τη διαδικασία, πού θά έπρεπε κάποτε νά αντικαταστήσει, τίς μεθόδους της επικύρωσης [confirmation] ή της διάψευσης [falsification], μεθόδους οικείες στην τρέχουσα εικόνα της επιστήμης². “Ο ανταγωνισμός ανάμεσα σε τμήματα της επιστημονικής κοινότητας είναι ή μοναδική ιστορική διαδικασία πού πραγματικά μπορεί νά όδηγήσει στην άπόρριψη μιās κάποτε άποδεκτής θεωρίας ή στην υιοθέτηση κάποιας άλλης. Τέλος, στό κεφάλαιο XIII, θά αναζητήσουμε με ποιό τρόπο ή ανάπτυξη διά μέσου επαναστάσεων μπορεί νά συμβιβαστεί με τό φαινομενικά γραμμικό χαρακτήρα της επιστημονικής προόδου. Σ’ αυτό τό έρώτημα όμως, τό δοκίμιο δέ θά μπορέσει νά δώσει τίποτε περισσότερο άπό τίς κύριες γραμμές μιās άπάντησης· ή όριστική άπάντηση έξαρτάται άπό χαρακτηριστικά της επιστημονικής κοινότητας πού άπαιτούν πολλές άκόμη συμπληρωματικές έρευνες.

Είμαι σίγουρος ότι όρισμένοι αναγνώστες θά έχουν ήδη άναρωτηθεί αν ή ιστορική μελέτη είναι πραγματικά σε θέση νά επιφέρει έναν παρόμοιο έννοιολογικό μετασχηματισμό. “Ένα

2. [‘Η «επικύρωση» και ή «διάψευση» είναι μέθοδος έλέγχου της όρθότητας των επιστημονικών θεωριών. ‘Η πρώτη συναντάται στά κείμενα των νεο-θετικιστών, ενώ ή δεύτερη στόν Κ. Popper και τούς μαθητές του. Σύμφωνα με τούς λογικούς θετικιστές μιιά θεωρία είναι επικυρωμένη, όταν ένας σημαντικός αριθμός εμπειρικών προβλέψεών της έχει επιβεβαιωθεί. Γιά τόν Popper, αντίθετα, μιιά θεωρία δέν είναι ποτέ επικυρωμένη, άφού πάντοτε ύπάρχει ή δυνατότητα μελλοντικής της διάψευσης. ‘Η επιστημονικήτητα μιās θεωρίας έξαρτάται όχι άπό την έπιτυχία με την όποια ξεπερνά τά εμπειρικά τέστ, αλλά ακριβώς άπό την δυνατότητα διάψευσής της] σ.τ.έ.

ὀλόκληρο ὄπλοστάσιο διχοτομιῶν προσφέρεται γιὰ νά βεβαιώσει τό ἀντίθετο. Λέγεται συχνά, ὅτι ἡ ἱστορία εἶναι μιὰ καθαρὰ περιγραφική ἐπιστήμη, ἐνῶ οἱ θέσεις πού ἤδη ὑποστηρίξαμε εἶναι συχνά ἐρμηνευτικές καί μερικές φορές κανονιστικές [normatives]. Ἄκόμη, ὀρισμένες γενικεύσεις μου ἀναφέρονται στήν κοινωνιολογία ἢ τήν κοινωνική ψυχολογία τῶν ἐπιστημόνων, ἐνῶ ὀρισμένα τουλάχιστο ἀπ' τά συμπεράσματα πού βγάζω ἀνήκουν παραδοσιακά στή λογική ἢ στήν ἐπιστημολογία. Στήν προηγούμενη πάλι παράγραφο, θά μπορούσε νά φανεῖ ὅτι παραβιάζω ἀκόμη καί τήν τόσο διαδεδομένη σύγχρονη διάκριση ἀνάμεσα στό «πλαίσιο τῆς ἀνακάλυψης» καί τό «πλαίσιο τῆς θεμελίωσης» [context of discovery ≠ context of justification]³. Εἶναι λοιπόν δυνατό νά βγεῖ τίποτε περισσότερο ἀπό βαθιά σύγχυση, μέσα ἀπ' αὐτή τήν ἀνάμιξη διαφορετικῶν πεδίων καί τάσεων;

Ἔχω βέβαια πλήρη ἐπίγνωση τῆς σημασίας καί τῆς δύναμης αὐτῶν τῶν συγκεκριμένων διχοτομήσεων καί ἄλλων παρόμοιων, ἀκριβῶς ἐπειδή κατάφερα νά ἀπαλλαγῶ ἀπό τήν ἐπίδρασή τους. Γιὰ πολλά χρόνια, τίς θεωροῦσα σύμφυτες μέ τήν οὐσία τῆς γνώσης καί ἐξακολουθῶ νά πιστεύω ὅτι, κατάλληλα προσαρμοσμένες, ἔχουν κάτι σημαντικό νά μᾶς πῶν. Ὅποτε, ὅμως, προσπάθησα νά τίς ἐφαρμόσω, ἀκόμη καί προσεγγιστικά, στίς πραγματικές καταστάσεις, ὅπου ἡ γνώση παράγεται, γίνεται ἀποδεκτή καί ἀφομοιώνεται, ἀποδείχτηκαν ἐξαιρετικά προβληματικές. Ἐνῶ ὑποτίθεται ὅτι εἶναι στοιχειώδεις λογικές ἢ μεθοδολογικές διακρίσεις καί, κατά συνέπεια, ἀνεξάρτητες ἀπό τήν ἀνάλυση τῆς ἐπιστημονικῆς γνώσης, τώρα παρουσιάζονται νά ἀνήκουν ὀργανικά, ὄχι τόσο στίς ἴδιες τίς ἐρωτήσεις ὅπου ἔχουν χρησιμοποιηθεῖ, ἀλλά μᾶλλον στό παραδοσιακό σύνολο τῶν ἀπαντήσεων πού δίνονται σ' αὐτές τίς ἐρωτήσεις. Αὐτή ἡ «κυκλικότητα» δέν τούς στερεῖ βέβαια τήν ἐγκυρότητα. Τίς μεταβάλλει ὅμως σέ τμήματα μιᾶς θεωρίας, καί, μ' αὐτόν τόν τρόπο, τίς θέτει κάτω ἀπό τόν ἴδιο λεπτομερειακό ἔλεγχο πού,

3. [«Πλαίσιο θεμελίωσης» εἶναι τό σύνολο τῶν τεχνικῶν γιὰ τήν κριτική ἀπότιμηση τῆς ὀρθότητος μιᾶς θεωρίας καί ἀνήκει στή λογική ἢ τήν ἐπιστημολογία. Ἀντίθετα τό «πλαίσιο ἀνακάλυψης» ἀφορᾷ ὅτιδήποτε ἔχει σχέση μέ τήν ἐμφάνιση μιᾶς νέας θεωρίας ἢ ἐνός νέου φαινομένου καί ἀνήκει στή δικαιοδοσία τῆς ψυχολογίας ἢ τῆς κοινωνιολογίας. Ἡ διάκριση αὐτή ἦταν πολύ διαδεδομένη στούς λογικούς θετικιστές καί συμπληρώνεται ἀπό τή θέση: «δέν ὑπάρχει λογική τῆς ἀνακάλυψης», δέν ὑπάρχουν δηλ. κριτήρια λογικῆς φύσης πού νά ὑποδεικνύουν τήν ἀναγκαιότητα μιᾶς ἀνακάλυψης] σ.τ.ε.

Η ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΕΩΝ

κατά κανόνα, εφαρμόζεται σέ κάθε άλλη θεωρία. "Αν λοιπόν τό περιεχόμενό τους είναι κάτι περισσότερο από καθαρή αφαίρεση, τότε θά πρέπει νά ανακαλύψουμε αυτό τό άκριβές περιεχόμενο παρατηρώντας τήν εφαρμογή τους στά δεδομένα πού υποτίθεται ότι διαφωτίζουν. Πώς λοιπόν θά μπορούσε ή ιστορία τών επιστημών νά πάψει νά αποτελεί μιá πηγή φαινομένων, μέ βάση τά όποία θά πρέπει νά ελέγχεται κάθε θεωρία τής γνώσης;

II. Ὁ δρόμος πρὸς τὴ φυσιολογικὴ ἐπιστῆμη

Σ' αὐτὸ τὸ δοκίμιο, «φυσιολογικὴ ἐπιστῆμη» σημαίνει ἔρευνα αὐστηρὰ στηριγμένη σὲ μιὰ ἢ περισσότερες προγενέστερες ἐπιστημονικὲς ἐπιτεύξεις, οἱ ὁποῖες, σὲ κάποια χρονικὴ στιγμή, ἀναγνωρίζονται ἀπὸ μιὰ συγκεκριμένη ἐπιστημονικὴ κοινότητα ὡς βάσεις γιὰ τὴ θεμελίωση τῆς πρακτικῆς τῆς. Στὶς μέρες μας, τέτοιες ἐπιτεύξεις καταγράφονται — σπάνια ὡστόσο στὴν πρωταρχικὴ τους μορφή — ἀπὸ τὰ στοιχειώδη καὶ τὰ ειδικευμένα ἐπιστημονικὰ ἐγχειρίδια. Τὰ ἐγχειρίδια αὐτὰ ἐκθέτουν τὸ περιεχόμενο τῆς ἀποδεκτῆς θεωρίας, παρουσιάζουν πολλές ἢ καὶ ὅλες τὶς ἐπιτυχημένες ἐφαρμογές τῆς καὶ συγκρίνουν αὐτές τὶς ἐφαρμογές μὲ ὑποδειγματικὲς παρατηρήσεις καὶ πειράματα. Πρὶν νὰ γίνουν δημοφιλῆ τὰ τέτοιου εἴδους ἐγχειρίδια, — στὶς ἀρχές τοῦ 19ου αἰ. ἢ καὶ ἀκόμη ἀργότερα στὴν περίπτωσι τῶν ἐπιστημῶν πού ἀναπτύχτηκαν πρόσφατα — πολλά ἀπ' τὰ φημισμένα κλασικὰ ἔργα τῆς ἐπιστῆμης ἐκπλήρωναν μιὰ παρόμοια λειτουργία. Τὰ *Φυσικά* τοῦ Ἀριστοτέλη, ἢ «*Almagest*» τοῦ Πτολεμαίου*, τὰ *Principia* καὶ ἡ *Ὀπτικὴ* τοῦ Newton, ὁ *Ἠλεκτρισμός* τοῦ Franklin, ἢ *Χημεία* τοῦ Lavoisier καὶ ἡ *Γεωλογία* τοῦ Lyell καὶ ἄλλα τέτοια συγγράμματα καθόριζαν ἔμμεσα τὰ ἔγκυρα προβλήματα καὶ τὶς μεθόδους ἐνός πεδίου ἔρευνας, γιὰ διαδοχικὲς γενιές ἐρευνητῶν. Ἦταν σὲ θέση νὰ πετύχουν κάτι τέτοιο, γιὰτὶ ὅλα εἶχαν δύο βασικὰ χαρακτηριστικά: ἀπ' τὴ μιὰ μεριά, ἀντιπροσώπευαν ἐπιτεύξεις τόσο πρωτότυπες ὥστε νὰ κρατοῦν μιὰ

* [Μὲ τὴν ἀραβικὴ αὐτὴ ὀνομασία ἔμεινε γνωστὸ τὸ βασικὸ σύγγραμμα τοῦ Πτολεμαίου. Ἀρχικὰ τὸ ἔργο ὀνομαζόταν «Μαθηματικὴ Σύνταξις», στὴ συνέχεια ἢ ἐπιτυχία του τὸ ἔκανε «Μεγάλῃ Σύνθεσις», γιὰ νὰ ἐπικρατήσῃ τελικὰ ὁ ἀραβικὸς ὄρος «Almagesti» πού σημαίνει ἀπλῶς «Πολὺ Μεγάλῃ»] σ.τ.ε.

μόνιμη ομάδα πιστών μακριά από ανταγωνιστικούς τρόπους επιστημονικής δραστηριότητας· απ' τήν άλλη, οί επιτεύξεις αυτές ήταν αρκετά άτελείς ώστε νά προσφέρουν στην ανασχηματιζόμενη ομάδα τών έρευνητῶν ποικίλα προβλήματα γιά λύση.

Τίς επιτεύξεις πού έχουν αυτά τά δύο χαρακτηριστικά, από δῶ καί πέρα θά τίς ἀποκαλῶ «Παραδείγματα», ὅρος πού συνδέεται στενά μέ τή «φυσιολογική επιστήμη». Ἐπιλέγω αὐτόν τόν ὄρο θέλοντας νά ὑποδείξω ὅτι ὀρισμένα ἀποδεκτά παραδείγματα επιστημονικῆς πρακτικῆς — παραδείγματα πού ἐμπεριέχουν νόμους, θεωρίες, ἐφαρμογές καί πειραματικές διατάξεις ταυτόχρονα — μετατρέπονται σέ πρότυπα, ἀπ' ὅπου πηγάζουν συγκεκριμένες συμπαγεῖς παραδόσεις επιστημονικῆς ἔρευνας. Πρόκειται γιά τίς παραδόσεις, πού οί ἱστορικοί περιγράφουν μέ τίτλους ὅπως «πτολεμαϊκή ἀστρονομία» (ἢ «κοπερνίκεια»), «ἀριστοτελική δυναμική» (ἢ «νευτώνια»), «σωματιδιακή ὀπτική» (ἢ «κυματική ὀπτική») κ.ο.κ. Ἡ μελέτη Παραδειγμάτων, ἀνάμεσα στά ὁποῖα περιλαμβάνονται καί ἄλλα μέ πολύ πιά περιορισμένο βεληνεκές ἀπ' αὐτά πού ἀναφέραμε ἐνδεικτικά πρῖν, εἶναι ἡ διαδικασία πού κατά κύριο λόγο προετοιμάζει τό σπουδαστή γιά νά γίνει μέλος μιᾶς συγκεκριμένης επιστημονικῆς κοινότητος, μέσα στην ὁποῖα στό μέλλον θά ἐργαστεῖ. Θά συναντήσῃ ἐκεῖ ἀνθρώπους πού διδάχτηκαν τά θεμέλια τοῦ επιστημονικοῦ τους πεδίου ἀπό τά ἴδια συγκεκριμένα πρότυπα καί ἐπομένως ἡ μεταγενέστερη πρακτική του εἶναι ἀπίθανο νά τόν ὀδηγήσῃ σέ ἀσυμφωνία πάνω σέ βασικά σημεῖα. Ὅσοι στηρίζουν τήν ἔρευνά τους σέ κοινά Παραδείγματα, ἀναγνωρίζουν τούς ἴδιους κανόνες καί τά ἴδια κριτήρια επιστημονικῆς πρακτικῆς. Αὐτή ἡ ἀναγνώριση καί ἡ φαινομενική ὁμοφωνία πού προκαλεῖται εἶναι βασικές προϋποθέσεις γιά τή φυσιολογική ἐπιστήμη, δηλαδή γιά τή γένεση καί τή συνέχιση μιᾶς συγκεκριμένης ἐρευνητικῆς παράδοσης.

Ἐπειδή ἡ ἔννοια τοῦ Παραδείγματος θά ὑποκαταστήσῃ σ' αὐτό τό δοκίμιο μιᾶ πλειάδα οἰκείων ἐννοιῶν, θά χρειαστεῖ νά ἐπιμείνουμε λίγο περισσότερο στους λόγους πού ἐπιβάλλουν τήν υἱοθέτησή της. Γιά ποιό λόγο θά πρέπει ἡ συγκεκριμένη επιστημονική ἐπίτευξη, μέ τήν ἔννοια μιᾶς βάσης τῆς ἐπαγγελματικῆς ἀφοσίωσης, νά προηγῆται τῶν διαφόρων ἐννοιῶν, νόμων, θεωριῶν καί ἀπόψεων πού τή συνθέτουν; Μέ ποιᾶ ἔννοια τό κοινό Παράδειγμα ἀποτελεῖ τή θεμελιώδη ἐνότητα γιά τό μελετητή τῆς επιστημονικῆς ἀνάπτυξης, μιᾶ ἐνότητα πού δέν ἀνάγεται μέ πληρότητα σέ λογικά ἀνεξάρτητες ἀτομικές συνιστώσες, ἱκανές

νά λειτουργήσουν στη θέση της; "Όταν θά φτάσουμε σ' αυτές τις έρωτήσεις, στό κεφ. V, θά δοϋμε ότι οί σχετικές άπαντήσεις θά άποδειχτοϋν βασικές γιά τήν κατανόηση καί τής φυσιολογικής έπιστήμης καί τής συναφούς έννοιας τοϋ Παραδείγματος. "Όμως αϋτή ή περισσότερο άφηρημένη συζήτηση θά στηριχτεί σέ μιá έκθεση συγκεκριμένων ιστορικῶν περιπτώσεων φυσιολογικής έπιστήμης καί Παραδειγμάτων, πού θά προηγηθεΐ. Εϊδικότερα, θά βοηθήσει στη διασάφηση τῶν δύο αϋτῶν συναφῶν έννοιῶν ή παρατήρηση, ότι μπορεί νά ὑπάρξει ένα είδος έπιστημονικής έρευνας χωρίς Παραδείγματα ή τουλάχιστο χωρίς τόσο σαφή καί δεσμευτικά Παραδείγματα, ὅπως αϋτά πού έχουμε ήδη άναφέρει. 'Η υϊοθέτηση ενός Παραδείγματος καί τής πϊό συντεχνιακά ὀργανωμένης έρευνας πού έπιτρέπει, εΐναι μιá ένδειξη ὀριμότητας στην άνάπτυξη ὀποιοδῆποτε έπιστημονικοϋ πεδίου.

"Αν ένας ιστορικός άποκαταστήσει τήν έπιστημονική γνώση σ' ένα τυχαϊο πεδίο συναφῶν φαινομένων, πηγαΐνοντας πρὸς τά πίσω χρονικά, εΐναι πολύ πιθανό νά συναντήσει μιá παραλλαγή τοϋ σχήματος πού θά περιγράψουμε τώρα, άναφερόμενοι στην ιστορία τής φυσικής ὀπτικής. Τά σημερινά έγχειρίδια διδάσκουν στό φοιτητή ότι τό φῶς εΐναι φωτόνια, δηλ. κβαντο-μηχανικές ὀντότητες πού παρουσιάζουν ὀρισμένα χαρακτηριστικά τῶν κυμάτων καί ὀρισμένα τῶν σωματιδίων. 'Η σύγχρονη έρευνα στηρίζεται σέ άνάλογες έκτιμήσεις ή μάλλον θεμελιώνεται στην πϊό επεξεργασμένη μαθηματική διατύπωση, άπ' τήν ὀποία προέκυψε αϋτή ή οικεία περιγραφική μεταφορά. Αϋτή ή περιγραφή ὀμως τοϋ φωτός έχει καθιερωθεΐ μόλις πρϊν 50 χρόνια. Πρϊν διατυπωθεΐ άπό τόν Plank, τόν Einstein καί κάποιους άλλους στις άρχές τοϋ αϊώνα, τά έγχειρίδια τής φυσικής διδάσκαν ότι τό φῶς ήταν μιá εγκάρσια κίνηση κυμάτων, μιá αντίληψη στηριγμένη σ' ένα Παράδειγμα πού προέκυψε άπό τά συγγράμματα ὀπτικής τοϋ Young καί τοϋ Fresnel, στις άρχές τοϋ 19ου αϊ. Οϋτε πάλι ή κυματική θεωρία τοϋ φωτός ὑπῆρξε ή πρώτη καθολικά άποδεκτή θεωρία στην ὀπτική έπιστήμη. Κατά τή διάρκεια τοϋ 18ου αϊ., τό Παράδειγμα σ' αϋτό τό πεδίο ὀφειλόταν στην 'Οπτική τοϋ Newton, πού διδάσκει ότι τό φῶς ήταν ὑλικά σωματίδια. Οί φυσικοί εκείνου τοϋ καιροϋ, σέ αντίθεση μέ τούς πρώτους θεωρητικούς τῶν κυμάτων, άναζητοϋσαν μαρτυρίες γιά τήν πίεση πού έξασκοϋν τά σωματίδια τοϋ φωτός πάνω στα στερεά σώματα!

1. Joseph Priestley, *The History and Present State of Discoveries Relating to*

Αυτοί οι μετασχηματισμοί τῶν Παραδειγμάτων τῆς φυσικῆς ὀπτικῆς εἶναι ἐπιστημονικὲς ἐπαναστάσεις καὶ οἱ διαδοχικὲς μεταβάσεις ἀπ' τὸ ἓνα Παράδειγμα στοῦ ἄλλο διαμέσου ἐπαναστάσεων εἶναι ἡ συνηθισμένη ἀναπτυξιακὴ δομὴ τῆς ὄριμης ἐπιστήμης. Ὡστόσο, αὐτὴ ἡ δομὴ δὲν παρουσιάζεται πρὶν ἀπὸ τὴν ἐποχὴ τοῦ Newton καὶ αὐτὴ ἀκριβῶς ἡ ἀντίθεση εἶναι πού μᾶς ἐνδιαφέρει. Σὲ καμιά περίοδο, ἀπ' τὴν πῶς βαθιὰ ἀρχαιότητα ὡς τὸ τέλος τοῦ 17ου αἰ., δὲν ἔχουμε μιά μοναδικὴ γενικὰ ἀποδεκτὴ ἄποψη γιὰ τὴ φύση τοῦ φωτός. Ἀντίθετα, ὑπάρχουν ἀρκετὲς ἀντιμαχόμενες σχολές καὶ ὁμάδες, πού κατὰ κανόνα ἀσπάζονται κάποια παραλλαγὴ τῆς ἐπικουρικῆς, ἀριστοτελικῆς ἢ πλατωνικῆς θεωρίας. Ἡ μιά σχολὴ θεωρεῖ τὸ φῶς σωματίδια πού ἐκπέμπονται ἀπὸ ὑλικά σώματα· σύμφωνα μὲ κάποια ἄλλη, τὸ φῶς εἶναι μιά ἀλλοίωση τοῦ μέσου πού παρεμβάλλεται ἀνάμεσα στοῦ σώμα καὶ τὸ μάτι· ἢ μιά τρίτη ἐξηγεῖ τὸ φῶς ὡς ἀλληλεπίδραση τοῦ μέσου καὶ μιᾶς ἐκροῆς τοῦ ματιοῦ· καὶ ὑπάρχουν πολλοὶ ἄλλοι συνδυασμοὶ καὶ τροποποιήσεις. Κάθε μιά ἀπ' τὶς ἀντίστοιχες σχολές ἀντλεῖ τὴ δύναμὴ της ἀπ' τὴ σύνδεσή της μὲ κάποια συγκεκριμένη μεταφυσικὴ καὶ κάθε μιά τονίζει, ὡς ἰδανικὲς παρατηρήσεις, ἐκεῖνο τὸ εἰδικὸ τμῆμα τῶν ὀπτικῶν φαινομένων, πού ἡ θεωρία της καταφέρνει νὰ ἐξηγήσει καλύτερα. Οἱ ὑπόλοιπες παρατηρήσεις ἀντιμετωπίζονται μὲ συλλογισμοὺς *ad hoc* ἢ παραμένουν ἐκκρεμὴ προβλήματα γιὰ τὴ μεταγενέστερη ἔρευνα².

Κατὰ καιροῦς, ὅλες αὐτὲς οἱ σχολές συνεισέφεραν σημαντικὰ στοῦ σύνολο τῶν ἐνοιῶν, τῶν φαινομένων καὶ τῶν τεχνικῶν, ἀπ' ὅπου ὁ Newton ἀντλήσει τὸ πρῶτο σχεδόν καθολικὰ ἀποδεκτὸ Παράδειγμα τῆς φυσικῆς ὀπτικῆς. Ἐνας ὀρισμὸς τοῦ τί εἶναι ἐπιστήμονας πού θὰ ἀπέκλειε τουλάχιστο τὰ πῶς δημιουργικὰ μέλη αὐτῶν τῶν σχολῶν, θὰ ἔπρεπε νὰ ἀποκλείσει μὲ τὴν ἴδια λογικὴ καὶ τοὺς σύγχρονους διαδόχους τους. Αὐτοὶ οἱ ἄνθρωποι ἦταν ἐπιστήμονες. Κι ὅμως, ὅποιος κάνει μιά ἐπισκόπηση τῆς φυσικῆς ὀπτικῆς πρὶν ἀπὸ τὸν Newton, θὰ συμπεράνει ὅτι, ἐνῶ οἱ ἐρευνητὲς τοῦ πεδίου ἦταν ὄντως ἐπιστήμονες, τὸ τελικὸ ἀποτέλεσμα τῆς δραστηριότητάς τους δὲν ἦταν ἀκριβῶς μιά ἐπιστήμη. Μὴ μπορώντας νὰ θεωρήσει ἓνα κοινὸ σῶμα δοξασιῶν ὡς δεδομένο, κάθε συγγραφέας στὴ φυσικὴ ὀπτικὴ αἰσθανόταν ὑποχρεωμένος νὰ οἰκοδομήσει τὸ πεδίο του ξανά ἀπ' τὰ θεμέλια. Ἔτσι, ἦταν σχετικὰ ἐλεύθερος νὰ διαλέξει τὶς παρατηρήσεις καὶ

Vision, Light, and Colours (London, 1772), σ. 385-90.

2. Vasco Ronchi, *Histoire de la lumière*, μετ. Jean Taton (Paris, 1956), κεφ. i-iv.

τά πειράματα πού θά στήριζαν τήν άποψη του, άφου δέν ύπήρχε κανένα δεδομένο σύνολο μεθόδων ή φαινομένων, πού όλοι οι συγγραφείς θά ήταν ύποχρεωμένοι νά χρησιμοποιήσουν καί νά έξηγήσουν. Σ' αυτές τίς περιστάσεις, ή επιχειρηματολογία τών συγγραμμάτων άπευθυνόταν συχνά όχι τόσο στή φυσική πραγματικότητα όσο στά μέλη τών άλλων σχολών. Βέβαια, μιά τέτοια διαδικασία δέν είναι έντελώς ξένη καί σέ όρισμένους σύγχρονους τομείς έρευνας ούτε είναι άσυμβίβαστη μέ τίς σημαντικές ανακαλύψεις καί έπινοήσεις. Ώστόσο, είναι όπωσδήποτε ξένη μέ τή διαδικασία ανάπτυξης πού πήρε ή φυσική όπτική μετά τόν Newton καί, γενικότερα, μέ τή σημερινή οικεία πρακτική τών φυσικών έπιστημών.

Ή ιστορία του ήλεκτρισμου, στό πρώτο τέταρτο του 18ου αι., προσφέρει μιά άκόμη πιά γνωστή καί πιά συγκεκριμένη περίπτωση γιά τόν τρόπο μέ τόν όποιον αναπτύσσεται μιά έπιστήμη, πριν άποκτήσει τό πρώτο της καθολικά άποδεκτό Παράδειγμα. Στή διάρκεια αύτης τής περιόδου, ύπήρχαν τόσες περίπου άπόψεις γιά τή φύση του ήλεκτρισμου όσοι καί οι ύπάρχοντες σημαντικοί έρευνητές του ήλεκτρισμου — όπως οι Hauksbee, Gray, Desaguliers, Du Fay, Nollett, Watson, Franklin κ.ά. Οι πολυάριθμες αυτές άντιλήψεις είχαν κάτι κοινό — προέρχονταν ένμέρει από κάποια παραλλαγή τής μηχανικο-σωματιδιακής φιλοσοφίας πού καθοδηγούσε όλη τήν έπιστημονική έρευνα τής έποχής. Ήπιπλέον, άνήκαν όλες σέ πραγματικές έπιστημονικές θεωρίες: δηλ. σέ θεωρίες πού είχαν, σέ μεγάλο βαθμό, έξαχθεί από παρατηρήσεις καί πειράματα, γεγονός πού καθόριζε, κατά κάποιο τρόπο, καί τήν έκλογή καί τήν έρμηνεία τών μεταγενέστερων προβλημάτων τής έρευνας. Καί όμως, ένω όλα τά πειράματα ήταν πειράματα ήλεκτρισμου καί ένω οι περισσότεροι άπ' τούς έρευνητές διάβαζαν τίς εργασίες τών ύπολοίπων, ή μοναδική όμοιότητα τών θεωριών τους ήταν τό ότι άνήκαν στήν ίδια οικογένεια³.

3. Duane Roller καί Duane H.D. — Roller, *The Development of the Concept of Electric Charge: Electricity from the Greeks to Coulomb* («Harvard Case Histories in Experimental Science» Case 8; Cambridge, Mass., 1954) καί I.B. Cohen: *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof*, (Philadelphia, 1956), κεφ. vii-xii. Μερικές άπό τίς αναλυτικές λεπτομέρειες τής παραγράφου πού ακολουθεί στό κείμενο τίς όφειλω σ' ένα άδημοσίευτο άκόμη δοκίμιο του μαθητή μου John L. Heilbron. Ήναμένοντας τή δημοσίευσή του, μιά πιά έκτενής καί άκριβής έξήγηση τής εμφάνισης του ύποδείγματος του Franklin βρίσκεται στό T.S. Kuhn «The

Μιά πρώιμη ομάδα θεωριών, ακολουθώντας την πρακτική του 17ου αϊ., θεωρούσε ότι η έλξη και η ήλεκτριση με τριβή ήταν τά θεμελιώδη ηλεκτρικά φαινόμενα. Αυτή η ομάδα είχε την τάση να διαπραγματεύεται την άπωση ως δευτερεύον φαινόμενο, όφειλόμενο σε κάποιο είδος μηχανικής αναπήδησης και, άκόμη, άνέβαλε όσο ήταν δυνατό τή συζήτηση και τή συστηματική έρευνα τής πρόσφατης ανακάλυψης του Gray, δηλ. τής ηλεκτρικής άγωγιμότητας. Άλλοι «ήλεκτρο-λόγοι» (ό όρος είναι δικός τους) θεώρησαν ότι η έλξη και η άπωση είναι έξισου στοιχειώδεις έκδηλώσεις του ήλεκτρισμού και τροποποίησαν άνάλογα τίς θεωρίες και τίς έρευνές τους. (Στήν πραγματικότητα, η ομάδα αυτή ήταν ιδιαίτερα μικρή — άκόμη και η θεωρία του Franklin δέν έξήγησε ποτέ πλήρως τήν άμοιβαία άπωση δύο άρνητικά φορτισμένων σωμάτων). Καί αυτοί όμως είχαν τίς ίδιες δυσκολίες με τήν πρώτη ομάδα, όταν προσπαθούσαν νά έξηγήσουν τό παραμικρό φαινόμενο άγωγιμότητας. Τά φαινόμενα άγωγιμότητας άποτέλεσαν όμως άφετηρία για μία άκόμη, τρίτη ομάδα: αυτή είχε τήν τάση νά παρομοιάζει τόν ήλεκτρισμό με ένα «ρευστό» πού μπορούσε νά διατρέχει τούς άγωγούς και όχι με μία «έκρροή» πού πηγάζει άπ' τούς κακούς άγωγούς του ήλεκτρισμού. Αυτή η ομάδα, με τή σειρά της, δυσκολευόταν νά έναρμονίσει τή θεωρία της με όρισμένα φαινόμενα έλξης και άπωσης. Μόνο μέσα άπ' τήν έργασία του Franklin και τών άμεσων διαδόχων του αναδύθηκε μία θεωρία πού μόρεσε νά διαπραγματευτεί με τήν ίδια περίπου εύκολία όλα σχεδόν αυτά τά φαινόμενα και πού, κατά συνέπεια, κατάφερε νά έφοδιάσει τήν έπόμενη γενιά «ήλεκτρολόγων» μ' ένα κοινό Παράδειγμα για τήν έρευνά της.

Μέ τήν έξαίρεση τομέων, όπως τά μαθηματικά και η άστρονομία, όπου τά πρώτα στέρεα Παραδείγματα άνάγονται στην προϊστορία, και άκόμη εκείνων, όπως η βιοχημεία, πού προκύπτουν άπό διαιρέσεις και συνδυασμούς ώριμων ήδη ειδικοτήτων, οί διαδικασίες πού σκιαγραφήσαμε παραπάνω, είναι ιστορικά τυπικές. Συνεχίζοντας νά χρησιμοποιώ τήν άπαράδεκτη υπεραπλούστευση, σύμφωνα με τήν όποία ένα έκτεταμένο ιστορικό έπεισόδιο άντικαθίσταται με ένα μοναδικό και κάποτε αυθαίρετα έπιλεγμένο όνομα (π.χ. Newton ή Franklin), ισχυρίζομαι ότι

Function of Dogma in Scientific Research», στό A.C. Crombie (ed) «Symposium on the History of Science, University of Oxford, July 9-15, 1961», πού πρόκειται νά δημοσιευτεί άπό τόν Heinemann Educational Books, Ltd.

παρόμοιες θεμελιώδεις ασυμφωνίες χαρακτηρίζαν, λ.χ. τή μελέτη τής κίνησης πρίν από τόν Ἄριστοτέλη, τής στατικής πρίν από τόν Ἀρχιμήδη, τής θερμότητας πρίν από τόν Black, τής χημείας πρίν από τόν Boyle καί τόν Boerhaave καί τής ιστορικῆς γεωλογίας πρίν από τό Hutton. Σέ τμήματα τής βιολογίας — τή μελέτη τής κληρονομικότητας λ.χ. — τά πρώτα καθολικά ἀποδεκτά Παραδείγματα εἶναι ἀκόμη πιά πρόσφατα· καί παραμένει ἀνοικτό τό ζήτημα, ποιοί τομεῖς τῶν κοινωνικῶν ἐπιστημῶν ἔχουν γιά τήν ὥρα ἀποκτήσει ἔστω καί ἓνα τέτοιο Παράδειγμα. Ἡ ἱστορία δείχνει ὅτι ὁ δρόμος πρὸς τή σταθερή ἐρευνητική ὁμοφωνία εἶναι ὑπερβολικά δύσβατος.

Ἡ ἱστορία, ὅμως, ὑποδεικνύει καί ὀρισμένες αἰτίες γιά τίς δυσκολίες αὐτοῦ τοῦ δρόμου. "Ὅταν λείπει ἓνα Παράδειγμα ἢ κάποιον ὑποψήφιο Παράδειγμα, τότε ὅλα τά γεγονότα πού θά μπορούσαν νά παίξουν κάποιον ρόλο στήν ἀνάπτυξη μιᾶς δεδομένης ἐπιστήμης εἶναι φυσικό νά φαίνονται ἐξίσου κατάλληλα. "Ἐτσι λοιπόν, στίς ἀρχές ἢ ἐπιλογή γεγονότων εἶναι πολύ περισσότερο συμπτωματική ἀπ' ὅ,τι συμβαίνει στή μεταγενέστερη ἀνάπτυξη τής ἐπιστήμης. Μάλιστα, ὅταν δέν ὑπάρχει κάποιος λόγος γιά τήν ἀναζήτηση ἐιδικῆς μορφῆς πληροφοριῶν, περισσότερο ἐξειδικευμένων, τότε ἡ πρώτη ἐπιλογή γεγονότων συνήθως περιορίζεται στά πολυάριθμα δεδομένα πού ἔχουμε ἤδη στά χέρια μας. Ἡ προκύπτουσα συλλογή περιέχει, ἀπ' τή μιᾶ, γεγονότα προσιτά στήν τυχαία παρατήρηση καί τά πειράματα καί, ἀπ' τήν ἄλλη, μερικά πιά συντεχνιακά δεδομένα πού διασώζονται ἀπό καθιερωμένες πρακτικές τέχνες, ὅπως ἡ ἰατρική, ἡ κατασκευή ἡμερολογίων καί ἡ μεταλλουργία. Ἄκριβῶς ἐπειδή οἱ πρακτικές τέχνες εἶναι μιᾶ ἄμεσα προσιτή πηγή γεγονότων, πού δέ θά μπορούσαν νά ἀνακαλυφτοῦν τυχαῖα, ἔπεται ὅτι ἡ τεχνολογία ἔχει συχνά παίξει ἓνα ζωτικό ρόλο στήν ἀνάδυση τῶν νέων ἐπιστημῶν.

Αὐτός ὁ τύπος συλλογῆς γεγονότων ὑπῆρξε οὐσιώδης στό ξεκίνημα πολλῶν σημαντικῶν ἐπιστημῶν· ἂν ὠστόσο, κάποιος μελετήσει, λ.χ. τά ἐγκυκλοπαιδικά γραπτά τοῦ Pliny ἢ τίς φυσικές ἱστορίες τοῦ 17ου αἰ. πού γράφηκαν ὑπό τήν ἐπίδραση τοῦ Bacon, θά ἀνακαλύψει ὅτι τό ἀποτέλεσμά τους εἶναι χαῶδες. Καταλήγουμε νά διστάζουμε νά ὀνομάσουμε τά ἔργα αὐτά ἐπιστημονικά. Οἱ κατά Bacon «ἱστορίες» τής θερμότητας, τοῦ χρώματος, τοῦ ἄερα, τῶν μεταλλευμάτων κ.ο.κ. εἶναι γεμάτες ἀπό πληροφορίες, μερικές ἀπ' τίς ὁποῖες εἶναι ἰδιαίτερα ἐξειδικευμένες. "Ὅμως ἀντιπαραθέτουν γεγονότα πού στή συνέχεια θά ἀποδειχτοῦν

γόνιμα (π.χ. θέρμανση από ανάμιξη) με άλλα (όπως ή θερμότητα των σωρών κοπριάς) που είναι τόσο πολύπλοκα και είναι αδύνατο να ενσωματωθούν σε μία οποιαδήποτε θεωρία⁴. 'Επιπλέον, απ' τή στιγμή που κάθε περιγραφή παραμένει έλλειπής, ή τυπική φυσική ιστορία συχνά παραλείπει απ' τό σύνολο των έντελώς ασύνδετων αναφορών της, άκριβώς εκείνες τίς λεπτομέρειες που στή συνέχεια θά φανούν ιδιαίτερα διαφωτιστικές στους έπιστήμονες. "Έτσι, σχεδόν καμιά από τίς πρώιμες «ιστορίες» του ήλεκτρισμού δέν αναφέρει ότι ένα άχυρο, που έλκεται από μία γυάλινη ράβδο ύστερα από τριβή, στό τέλος άναπηδά από τή ράβδο. Αυτό τό φαινόμενο είχε φανεϊ μηχανικό και όχι ήλεκτρικό⁵. "Η πάλι, έπειδή ή περιστασιακή συλλογή γεγονότων σπάνια έχει τό χρόνο ή τά μέσα ώστε να είναι κριτική, οί φυσικές ιστορίες άντιπαραθέτουν περιγραφές σάν τήν προηγούμενη με άλλες, όπως ή θέρμανση «δι' άντιπεριστάσεως» (ή μέ ψύξη), που δέν είμαστε σήμερα σε θέση να έπιβεβαιώσουμε⁶. Μόνο σε σπάνιες περιπτώσεις — άρχαία στατική, δυναμική ή γεωμετρική όπτική — τά γεγονότα, που έχουν μαζευτεί με τόσο έλάχιστη θεωρητική καθοδήγηση, τυχαίνει να μιλούν άρκετά καθαρά ώστε να έπιτρέπουν τήν ανάδυση ενός πρώτου Παραδείγματος.

Μ' αυτόν τόν τρόπο δημιουργούνται οί σχολές που χαρακτηρίζουν τά πρώτα στάδια άνάπτυξης μιās έπιστήμης. Καμιά φυσική ιστορία δέν μπορεί να έρμηνευτεί χωρίς τή βοήθεια τουλάχιστο ενός ύπονοούμενου συνόλου συνυφασμένων θεωρητικών και μεθοδολογικών πεποιθήσεων, που έπιτρέπει τήν έπιλογή, τήν αξιολόγηση και τήν κριτική. "Αν ή έπιλογή των γεγονότων γίνεται άκόμη χωρίς τήν έμμεση παρουσία αυτού του συνόλου των πεποιθήσεων — όποτε καταλήγουμε να έχουμε στά χέρια μας κάτι περισσότερο από «σκέτα γεγονότα» — τότε ή έπιλογή στηρίζεται σε κάποιο έξωτερικό παράγοντα: σε μία τρέχουσα μεταφυσική, σε

4. Παράβαλε τό σχέδιο για μία φυσική ιστορία της θερμότητας του Bacon, *Novum Organum*, vol. VII του *The Works of Francis Bacon*, ed. J. Spedding, R.L. Ellis και D.D. Heath (New York, 1869), σ. 179-203.

5. Roller και Roller ό.π., σ. 14, 22, 28, 43. Μόνο μετά τή δουλειά που περιγράφεται στην τελευταία από αυτές τίς παραπομπές τά φαινόμενα άπωσης άναγνωρίστηκε ότι ήταν άναμφίβολα ήλεκτρικής φύσης.

6. 'Ο Bacon ό.π., σ. 235, 337 λέει: «Νερό έλαφρά χλιαρό παγώνει πιο εύκολα από ότι τό άρκετά κρύο». Για μία μερική περιγραφή της πρώιμης ιστορίας αυτής της παράξενης παρατήρησης δες Marshall Claggett, *Giovanni Marliani and Late Medieval Physics*, (New York, 1941), κεφ. iv.

κάποια άλλη επιστήμη ή σε προσωπικές και ιστορικές συμπτώσεις. Δέν είναι λοιπόν περιεργο, ότι, στά πρώιμα στάδια ανάπτυξης μιᾶς επιστήμης, δύο ἄνθρωποι πού διαπραγματεύονται τό ἴδιο φάσμα φαινομένων, — σπάνια ὁμως τά ἴδια συγκεκριμένα φαινόμενα — καταλήγουν νά τά περιγράφουν καί νά τά ἐρμηνεύουν διαφορετικά. Αυτό ὁμως πού εἶναι ὄντως ἐκπληκτικό, καί ἴσως ἀκόμη, σ' αὐτόν τό βαθμό, παρατηρεῖται ἀποκλειστικά σ' αὐτά τά πεδία πού ὀνομάζουμε επιστήμη, εἶναι τό γεγονός ὅτι αὐτές οἱ ἀρχικές διαφορές πρόκειται στή συνέχεια νά ἀπαλειφθοῦν.

Πράγματι, ἐξαφανίζονται σχεδόν ὀλοκληρωτικά, καί τότε φαίνεται ὅτι ἐξαφανίστηκαν μιά γιά πάντα. Τό γεγονός αὐτό συνήθως προκαλεῖται ἀπό τό θρίαμβο μιᾶς ἀπό τίς προ-Παραδειγματικές σχολές, ἡ ὁποία, ἐξαιτίας τῶν δικῶν της χαρακτηριστικῶν πεποιθήσεων καί προκαταλήψεων, τονίζει μόνο κάποια εἰδική πλευρά τῆς τόσο τεράστιας καί χαώδους ποσότητας πληροφορίας. Μιά διαφωτιστική σχετική περίπτωση ἀποτελοῦν ἐκεῖνοι οἱ ἐρευνητές πού θεώρησαν ὅτι ὁ ἤλεκτρισμός εἶναι ἕνα ρευστό καί, ἐπομένως, ἔδωσαν ἰδιαίτερη ἔμφαση στήν ἀγωγιμότητα. Ξεκινώντας ἀπ' αὐτήν τήν ἰδέα, πού μέ πολλή δυσκολία ἀνταπεξερχόταν στή γνωστή ποικιλία τῶν φαινομένων ἕλξης καί ἄπωσης, ὀρισμένοι ἀπ' αὐτούς σκέφτηκαν νά κλείσουν σέ φιάλη τό ἤλεκτρικό ρευστό. Τό ἄμεσο ἀποτέλεσμα τῶν προσπαθειῶν τους ἦταν ἡ φιάλη Leyden, μιά συσκευή πού θά μπορούσε νά μήν εἶχε ἀνακαλυφτεῖ ποτέ, ἀπό κάποιον πού ἐρευνοῦσε τή φύση μέ τρόπο περιστασιακό ἢ ἐντελῶς τυχαῖο, ἀλλά πού τελικά ἔφτασε νά ἐπινοηθεῖ ἀπό δύο τουλάχιστο ἐρευνητές, τό 1740, οἱ ὁποῖοι δούλευαν χωρίς καμία σύνδεση μεταξύ τους⁷. Ὁ Franklin, ἀπ' τήν ἔναρξη σχεδόν τῶν ἤλεκτρικῶν του ἐρευνῶν, ἐνδιαφέρθηκε ἰδιαίτερα νά ἐξηγήσει αὐτήν τήν παράξενη εἰδικευμένη συσκευή, πού ἀποδείχτηκε τελικά ἰδιαίτερα ἀποκαλυπτική. Τό ὅτι πέτυχε νά δώσει μιά τέτοια ἐξήγηση, θεωρήθηκε τό πῶς ἀποφασιστικό ἀπό τά ἐπιχειρήματα πού μετέτρεψαν τή θεωρία του σέ Παράδειγμα, ἄν καί δέν ἦταν ἀκόμα σέ θέση νά ἐξηγήσει σχεδόν καμιά ἀπό τίς γνωστές περιπτώσεις ἤλεκτρικῆς ἄπωσης⁸. Μιά θεωρία, γιά νά γίνει ἀποδεκτή ὡς Παράδειγμα, πρέπει νά φαίνεται καλύτερη ἀπ' τίς ἀντίπαλές της, ὁμως δέν εἶναι ἀναγκαῖο, καί στήν πραγ-

7. Roller καί Roller, ὁ.π., σ. 51-54.

8. Ἡ ἐνοχλητική περίπτωση ἦταν ἡ ἀμοιβαία ἄπωση τῶν ἀρνητικά φορτισμένων σωμάτων. Δές Cohen, ὁ.π., σ. 491-94, 531-43.

ματικότητα δέ συμβαίνει ποτέ νά ἐξηγηῆ ὄλα τὰ γεγονότα πού εἶναι δυνατό νά ἀντιμετωπίσει.

“Ὅ,τι εἶχε κάνει ἡ θεωρία τοῦ ρευστοῦ γιά τή μικρή ομάδα πού τήν υπεράσπιζε, ἀργότερα τό ἔκανε τό Παράδειγμα τοῦ Franklin γιά ὀλόκληρη τήν κοινότητα τῶν εἰδικῶν τοῦ ἤλεκτρισμοῦ. Ὑπέδειξε δηλ. ποιά πειράματα θά ἦταν ἀποδοτικά καί ποιά δέ θά ἦταν — γιατί συνδέονταν μέ δευτερεύουσες ἢ μέ ὑπερβολικά σύνθετες ἐκδηλώσεις τοῦ ἤλεκτρισμοῦ. Μόνο πού τό Παράδειγμα ἔκανε τή δουλειά αὐτή πολύ πῶ ἀποτελεσματικά γιά δύο λόγους: γιατί τό τέλος τῆς διαμάχης τῶν σχολῶν σήμανε ταυτόχρονα τό τέλος τῆς συνεχοῦς ἐπιστροφῆς στά θεμέλια, καί γιατί ἡ βεβαιότητα ὅτι βρίσκονται στό σωστό δρόμο ἐνθάρρυνε τούς ἐπιστήμονες νά ἀναλάβουν πῶ ἀκριβεῖς, πῶ ἐξειδικευμένες καί πῶ πολυδάπανες μορφές ἔρευνας⁹. Χωρίς πλέον ἀνησυχίες γιά τήν πολλαπλότητα τῶν ἤλεκτρικῶν φαινομένων, ἡ ἐνοποιημένη ομάδα τῶν εἰδικῶν μπόρεσε νά ἐμβαθύνει πολύ περισσότερο στή μελέτη τῶν ἐπιλεγμένων φαινομένων, σχεδιάζοντας εἰδικές πειραματικές συσκευές καί χρησιμοποιώντας τες πολύ περισσότερο ἐπίμονα καί συστηματικά ἀπ’ ὅ,τι μέχρι τότε. Ἡ ἐπιλογή γεγονότων καί ἡ διάρθρωση θεωριῶν ἄρχισαν νά γίνονται μέ αὐστηρή καθοδήγηση. Ἡ ἀποτελεσματικότητα καί ἡ ἀποδοτικότητα τῆς ἔρευνας τοῦ ἤλεκτρισμοῦ αὐξήθηκαν ἀνάλογα, ἐπιβεβαιώνοντας, σέ κοινωνιολογικό ἐπίπεδο, τήν ὀξυδερκή μεθοδολογική ἐπιταγή τοῦ Francis Bacon: «Ἡ ἀλήθεια ξεπηδᾷ πῶ εὔκολα ἀπ’ τό λάθος, παρά ἀπ’ τή σύγχυση»¹⁰.

Θά ἐξετάσουμε τή φύση αὐτῆς τῆς αὐστηρά προσανατολισμένης (ἢ θεμελιωμένης σέ Παράδειγμα) ἔρευνας στό ἐπόμενο κεφάλαιο· θά πρέπει ὅμως πρῶτα νά ποῦμε λίγα λόγια γιά τό πῶς ἡ ἐμφάνιση ἐνός Παραδείγματος θίγει τή δομή τῆς ὀμάδας πού

9. Πρέπει νά σημειωθεῖ πῶς ἡ ἀποδοχή τῆς θεωρίας τοῦ Franklin δέν ἔδωσε τέλος σ’ ὄλες τίς διαμάχες. Τό 1759 ὁ Robert Symmer πρότεινε μιά παραλλαγή αὐτῆς τῆς θεωρίας μέ δύο ρευστά, καί γιά πολλά χρόνια μετά οἱ ἐρευνητές εἶχαν διασπαστεῖ γιά τό ἐάν ὁ ἤλεκτρισμός εἶναι ἓνα ρευστό ἢ δύο. Ἀλλά οἱ διαμάχες πάνω σ’ αὐτό τό θέμα ἐπιβεβαιώνουν ἀπλῶς ὅσα εἶπαμε προηγουμένως σχετικά μέ τόν τρόπο, μέ τόν ὁποῖο μιά καθολικά ἀποδεκτή ἐπίτευξη ἐνώνει τόν ἐπαγγελματικό κλάδο. Οἱ ἐρευνητές, ἄν καί συνέχισαν νά διαχωρίζονται σ’ αὐτό τό σημεῖο, γρήγορα κατέληξαν πῶς κανένας πειραματικός ἔλεγχος δέν μποροῦσε νά διακρίνει τίς δύο παραλλαγές τῆς θεωρίας καί πῶς ἄρα ἦταν ἰσοδύναμες. Μετά ἀπό αὐτό, καί οἱ δύο σχολές ἦταν σέ θέση νά ἐκμεταλλευτοῦν ὄλα τὰ πλεονεκτήματα πού τούς παρεῖχε ἡ θεωρία τοῦ Franklin, (ὀ.π., σ. 543-46, 584-54).

10. Bacon, ὀ.π., σ. 210.

δουλεύει στόν τομέα. "Όταν, στην ανάπτυξη μιᾶς φυσικῆς ἐπιστήμης, ἕνα ἄτομο ἢ μιὰ ομάδα δημιουργεῖ γιὰ πρώτη φορά μιὰ σύνθεση ἱκανή νά κατακτήσει τούς περισσότερους ἀπ' τούς ἐρευνητές τῆς ἐπόμενης γενιᾶς, τότε οἱ παλιότερες σχολές βαθμιαῖα ἐξαφανίζονται. "Ὡς ἕνα βαθμό, ἡ ἐξαφάνιση ὀφείλεται στή μεταστροφή τῶν μελῶν της στό νέο Παράδειγμα. Ἐπάρχουν ὅμως πάντοτε μερικοὶ πού παρεμένουν πιστοὶ σέ κάποια ἀπ' τίς παλιότερες ἀπόψεις· αὐτοὶ ἀπλούστατα διαγράφονται ἀπό τό ἐπάγγελμα, καί ἡ δουλειά τους στή συνέχεια περνᾷ ἀπαρατήρητη. Τό νέο Παράδειγμα ἐπιβάλλει ἕνα νέο καί αὐστηρότερο ὄρισμό τοῦ ἐπιστημονικοῦ πεδίου. "Ὅσοι δέ θέλουν ἢ δέν καταφέρνουν νά προσαρμόσουν τή δουλειά τους στό νέο αὐτό ὄρισμό, θά πρέπει νά συνεχίσουν νά δουλεύουν σέ ἀπομόνωση ἢ νά προσκολληθοῦν σέ κάποια ἄλλη ομάδα¹¹. Ἡ ἱστορία δείχνει, ὅτι συχνά παρέμειναν ἀπλῶς στά φιλοσοφικά τμήματα τῶν πανεπιστημίων ἀπ' ὅπου ξεπήδησαν τόσες πολλές εἰδικές ἐπιστήμες. "Ὅπως φαίνεται ἀπ' αὐτές τίς ἐνδείξεις, πολλές φορές, καί μόνο ἡ ἀποδοχή ἑνός Παραδείγματος μετασχηματίζει μιὰ ομάδα, πού στό παρελθόν ἐνδιαφερόταν κυρίως γιὰ τή μελέτη τῆς φύσης, σέ ἕνα ἐπάγγελμα ἢ, τουλάχιστο, σέ ἕναν ἐπιστημονικό κλάδο. Στίς ἐπιστήμες (ἐκτός ἀπό τομεῖς ὅπως ἡ ἰατρική, ἡ τεχνολογία καί τά νομικά, ὅπου ἡ θεμελιώδης *raison d' être* εἶναι μιὰ ἐξωτερική κοινωνική ἀνάγκη), ἡ ἔκδοση ἐπιστημονικῶν περιοδικῶν, ἡ ἴδρυση ἐταιριῶν τῶν εἰδικῶν καί ἡ ἐπιδίωξη μιᾶς εἰδικῆς θέσης στό σύνολο τῆς διδασκαλίας, εἶναι γεγονότα πού συνήθως συνδυάστηκαν μέ

11. Ἡ ἱστορία τοῦ ηλεκτρισμοῦ προσφέρει ἕνα ἐξαιρετικό παράδειγμα πού θά μπορούσε νά ἐξαχθεῖ καί ἀπό τίς πορεῖες τοῦ Priestley, τοῦ Kelvin κ.ἄ. Ὁ Franklin γράφει ὅτι ὁ Nollet, πού στά μέσα τοῦ αἵωνα, θεωροῦνταν ὁ πῶς σημαντικός ἐρευνητής τοῦ ηλεκτρισμοῦ στήν ἠπειρωτική Εὐρώπη, «ἔζησε γιὰ νά δεῖ τόν ἑαυτό του τελευταῖο στήν αἴρεσή του, ἐκτός ἀπό τόν Β. τόν πῶς κοντινῶ του μαθητή». [Max Farrand (ed), *Benjamin Franklin's Memoirs* (Berkeley, Calif, 1949), σ. 384-86]. Πῶς ἐνδιαφέρουσα, ὅμως, εἶναι ἡ ἀντοχή ὀλόκληρων σχολῶν στήν αὐξανόμενη ἀπομόνωση ἀπό τήν ἐπαγγελματική ἐπιστήμη. Ἄς δοῦμε π.χ. τήν περίπτωση τῆς ἀστρολογίας πού ἦταν κάποτε ἀκέραιο μέρος τῆς ἀστρονομίας. Ἡ τή συνέχιση στά τέλη τοῦ 18ου αἰ. καί στίς ἀρχές τοῦ 19ου αἰ. μιᾶς σεβαστῆς στό παρελθόν παράδοσης, τῆς «ρομαντικῆς» χημείας. Εἶναι ἡ παράδοση πού συζητιέται ἀπό τόν Charles C. Gillispie στό «*The Encyclopédie and the Jacobin Philosophy of Science: A Study in Ideas and Consequences*», *Critical Problems in the History of Science* (ed) Marshall Clagett (Madison, Wis., 1959), σ. 255-89 καί «*The Formation of Lamarck's Evolutionary Theory*», *Archives internationales d'histoire des sciences*, XXXVII (1956), σ. 323-38.

τήν άποδοχή ενός πρώτου Παραδείγματος. Τουλάχιστο αυτό συμβαίνει, έδω και 150 χρόνια, άπ' τή στιγμή πού διαμορφώθηκε για πρώτη φορά ή θεσμική οργάνωση τών επιστημονικών ειδι-
κεύσεων, ώς πολύ πρόσφατα, όταν άρχισαν οί κάθε είδους
έφαρμογές τής εξειδίκευσης νά αποκτοϋν τό δικό τους γόητρο.

Ο αυστηρότερος καθορισμός τής επιστημονικής ομάδας
έχει κι άλλες συνέπειες. 'Απ' τή στιγμή πού ό επιστήμονας
θεωρεί ένα Παράδειγμα δεδομένο, δέ χρειάζεται πιά στην έρευ-
νητική του έργασία νά οικοδομήσει ξανά άπ' τήν άρχή τό πεδίο
του, άρχίζοντας άπ' τίς πρώτες άρχές και αίτιολογώντας τή
χρήση κάθε έννοιας πού εισάγει. Τό έργο αυτό μπορεί νά άφειθί
στό συγγραφέα έγχειριδίων. "Ομως, ή ύπαρξη του έγχειρίδιου
έπιτρέπει στό δημιουργικό επιστήμονα νά ξεκινήσει τήν έρευνά
του άπ' τό σημείο όπου αυτό σταματά και, έπομένως, νά συγκεν-
τρωθεί άποκλειστικά στίς πίο έκλεπτυσμένες και ειδικές πλευρές
τών φυσικών φαινομένων πού ένδιαφέρουν τήν ομάδα του. Ταυ-
τόχρονα άρχίζει νά αλλάζει ή μορφή τών επιστημονικών του
δημοσιεύσεων ή εξέλιξη αυτής τής άλλαγής έχει έλάχιστα με-
λετηθεί, όμς ή σύγχρονη κατάληξή της είναι σ' όλους έμφανής
και σέ πολλούς δυσάρεστη. Δέ θά ένσωματωθούν πιά οί έρευνές
του σέ βιβλία όπως τά *Πειράματα... στον ήλεκτρισμό* του Franklin ή
ή *Εξέλιξη τών ειδών* του Darwin, πού άπευθύνονταν σέ όποιονδή-
ποτε ένδιαφερόταν για τή θεματολογία του πεδίου. 'Αντίθετα, θά
πάρουν συνήθως τή μορφή μικρών άρθρων, πού άπευθύνονται
μόνο στους συναδέλφους του κλάδου, σέ εκείνους πού όντως
κατέχουν τή γνώση του κοινού Παραδείγματος και πού άπο-
δεικνύονται οί μόνοι ικανοί νά τά διαβάσουν.

Σήμερα στίς επιστήμες, παρουσιάζονται μέ τή μορφή βι-
βλίων μόνο τά έγχειρίδια ή κάποιες μεταγενέστερες σκέψεις
πάνω σέ κάποια πλευρά τής επιστημονικής ζωής. "Αν κάποιος
επιστήμονας γράψει ένα βιβλίο είναι πίο πιθανό νά πέσει ή
έπαγγελματική του ύπόληψη παρά νά άνεβεί. Μόνο στα πρώιμα,
προ-Παραδειγματικά στάδια τής άνάπτυξης τών διαφόρων έπι-
στημών, τό βιβλίο είχε τήν ίδια σχέση μέ τίς έπιτεύξεις του
κλάδου, πού διατηρεί άκόμη σέ άλλα πεδία δημιουργίας. Και
μόνο εκεί, όπου άκόμη διατηρείται τό βιβλίο ώς μέσο μεταφοράς
τής έρευνητικής ανακοίνωσης (άνεξάρτητα άπ' τήν ύπαρξη ή όχι
άρθρων), είναι και τά όρια τής εξειδίκευσης τόσο άσαφή, ώστε νά
μπορεί ό μέσος άναγνώστης νά έλπίζει ότι θά παρακολουθεί τήν
πρόοδο διαβάζοντας τίς αυθεντικές άναφορές τών ειδικών. Στην

περίπτωση τῶν μαθηματικῶν καί τῆς ἀστρονομίας, ἤδη ἀπό τήν ἀρχαιότητα εἶχαν πάψει οἱ ἐρευνητικές ἀναφορές νά εἶναι κατανοητές σ' ἓνα γενικά μορφωμένο κοινό. Στή δυναμική, μέ τό τέλος τοῦ Μεσαίωνα, ἡ ἔρευνα εἶχε γίνει ἀποκλειστικά κτῆμα τῶν μνημένων· στή διάρκεια ὁμως τοῦ 17ου αἰ., γιά ἓνα μικρό διάστημα, ξαναέγινε γενικά κατανοητή, ὅταν ἓνα νέο Παράδειγμα ἀντικατέστησε αὐτό πού εἶχε καθοδηγήσει τή μεσαιωνική ἔρευνα. Ἡ ἠλεκτρική ἔρευνα ἄρχισε νά χρειάζεται μετάφραση γιά νά γίνει προσιτή στόν κοινό ἀναγνώστη, πρίν ἀπό τό τέλος τοῦ 18ου αἰ., καί οἱ περισσότεροι ἄλλοι κλάδοι τῆς φυσικῆς ἔγιναν ἀπρόσιτοι κατά τό 19ο αἰ. Στή διάρκεια αὐτῶν τῶν δύο αἰῶνων μπορούμε νά διακρίνουμε παρόμοιες ἀλλαγές στά διάφορα τμήματα τῶν βιολογικῶν ἐπιστημῶν. Ἴσως σήμερα νά βρισκόμαστε σέ μιά τέτοια φάση σέ ὀρισμένες κοινωνικές ἐπιστήμες. Καί ἐνῶ ἔχει γίνει πιά κοινοτυπία, δικαιολογημένα βέβαια, νά διαμαρτυρόμαστε γιά τό συνεχῶς διευρυνόμενο χάσμα πού χωρίζει τόν ἐπαγγελματία ἐπιστήμονα ἀπ' τοὺς συναδέλφους του τῶν ἄλλων τομέων, καμιά ὥστόσο προσοχή δέν ἔχει δοθεῖ στήν οὐσιαστική σχέση πού ὑπάρχει ἀνάμεσα σ' αὐτό τό χάσμα καί τοὺς ἐσωτερικούς μηχανισμούς τῆς ἐπιστημονικῆς ἐξέλιξης.

Ἀπό τήν πιό βαθιά ἀρχαιότητα, ἓνας μετά τόν ἄλλο οἱ τομεῖς μελετῶν διαβαίνουν μιά διαχωριστική γραμμή· ἡ γραμμή αὐτή χωρίζει αὐτό πού ὁ ἱστορικός θά μπορούσε νά ὀνομάσει προῖστορία τοῦ τομέα ὡς ἐπιστήμη ἀπό τήν καθαυτό ἱστορία του. Αὐτές βέβαια οἱ μεταβάσεις στήν ὀριμότητα, πῶλύ σπάνια ὑπῆρξαν τόσο ξαφνικές ἢ τόσο μονόγραμμες ὅσο ἄφησε νά ἐννοηθεῖ ἡ ἀναγκαστική σχηματική διαπραγματεύσή μου. Ἄλλα οὔτε πάλι, ἦταν ἱστορικά βαθμιαίες, δηλαδή χρειάστηκαν τόσο καιρό ὅσο καί ἡ ὄλη ἀνάπτυξη τοῦ σχετικοῦ πεδίου. Ὅσοι ἔγραψαν γιά τόν ἠλεκτρισμό μέσα στά πρῶτα 40 χρόνια τοῦ 18ου αἰ., κατεῖχαν πῶλύ περισσότερες πληροφορίες ἀπ' ὅ,τι οἱ προκάτοχοί τους τοῦ 16ου αἰ. Στά 50 πάλι χρόνια μετά τό 1740, πῶλύ λίγα νέα ἠλεκτρικά φαινόμενα προστέθηκαν στά ἤδη γνωστά. Ὡστόσο, στήν οὐσία, τά γραπτά τοῦ Cavendish, τοῦ Coulomb, καί τοῦ Volta στό τελευταῖο τρίτο τοῦ 18ου αἰ., φαίνονται πῶλύ πιό ἀπομακρυσμένα σέ σχέση μέ τά ἀντίστοιχα τοῦ Gray, τοῦ Du Fay ἀκόμη καί τοῦ Franklin, ἀπ' ὅ,τι τά γραπτά αὐτῶν τῶν ἐρευνητῶν τῆς ἀρχῆς τοῦ 18ου αἰ. σέ σχέση μέ τά ἀντίστοιχα τοῦ 16ου αἰ.¹² Σέ κάποιο χρονικό σημεῖο, ἀνάμεσα στά 1740 καί 1780, οἱ

12. Οἱ μετά τό Franklin ἐξελίξεις περιλάμβαναν μιά τεράστια αὐξηση τῆς

ειδικοί του ηλεκτρισμού ξφτασαν για πρώτη φορά στο σημείο, να θεωρήσουν δεδομένα τά θεμέλια του πεδίου τους. 'Αμέσως μετά, προχώρησαν σέ πίο συγκεκριμένα και πίο εξειδικευμένα προβλήματα και, τότε προοδευτικά, άρχισαν νά ανακοινώνουν τά αποτελέσματά τους, όχι μέ μορφή βιβλίων για τό γενικά μορφωμένο κοινό, αλλά κυρίως μέ μορφή άρθρων πού άπευθύνονταν στους άλλους ειδικούς. Σάν ομάδα είχαν καταφέρει ό,τι στό παρελθόν κατάφεραν οί άστρονόμοι στήν άρχαιότητα, οί μελετητές τής κίνησης στό Μεσαίωνα, τής φυσικής όπτικής στό τέλος του 17ου αι. και τής ιστορικής γεωλογίας στις άρχές του 19ου αι.: δηλαδή δημιούργησαν ένα Παράδειγμα πού άποδείχτηκε ικανό νά καθοδηγήσει τήν έρευνα όλης τής ομάδας. Είναι πολύ δύσκολο νά βρούμε ένα άλλο κριτήριο πού νά άναγορεύει, μέ τόση καθαρότητα, ένα πεδίο μελέτης σέ μία έπιστήμη — άν δέν παρασυρθούμε βέβαια και θεωρήσουμε ως κριτήριο τό πλεονέκτημα τής εκ τών ύστέρων γνώσης.

εύαισθησίας τών άνιχνευτάν φορτίου, τίς πρώτες αξιόπιστες και πλατιά διαδομένες τεχνικές μέτρησης φορτίου, τήν εξέλιξη τής έννοιας τής χωρητικότητας και τή συσχέτισή της μέ μία νεοεπεξεργασμένη ιδέα τής ηλεκτρικής τάσης και τήν ποσοτικοποίηση τής ηλεκτροστατικής δύναμης. Για όλα αυτά δές Roller και Roller, δ.π., σ. 66-81, W.C. Walker «The Detection and Estimation of Electric Charges in the Eighteenth Century», *Annals of Science*, I (1936), σ. 66-100 και Edmund Hoppe, *Geschichte der Elektrizität* (Leipzig, 1884), μέρος I, κεφ. iii-iv.

III. Ἡ φύση τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης

Ποιά λοιπόν εἶναι ἡ φύση αὐτῆς τῆς περισσότερο ἐπαγγελματικῆς καί συντεχνιακῆς ἔρευνας, πού ἐπιτρέπει ἡ ἀποδοχή ἐνός μοναδικοῦ Παραδείγματος; Ἐάν τό Παράδειγμα ἀντιπροσωπεύει ἐργασία ὀριστικά πιά ὀλοκληρωμένη, τότε ποιά ἄλλα προβλήματα παραμένουν ἄλυτα γιά τήν ἐνοποιημένη ὁμάδα; Τά ζητήματα αὐτά θά φανοῦν ἀκόμη πιά ἐπείγοντα, ἂν ἐπισημάνουμε τόν κίνδυνον πού διατρέχουμε νά παραπλανηθοῦμε ἀπό τοὺς ὅρους πού ἔχουμε χρησιμοποιήσει ὡς τώρα. Στήν καθιερωμένη τῆς χρήση, ἡ λέξις «παράδειγμα» σημαίνει ἕνα ἀποδεκτό πρότυπον ἢ ὑπόδειγμα καί αὐτή ἡ πλευρά τοῦ νοήματός τῆς μοῦ ἐπέτρεψε, ἐλλείπει καλύτερης, νά τήν οἰκειοποιηθῶ ἐδῶ. Ὅμως θά φανεῖ ὅτι ἡ ἔννοια τοῦ «προτύπου» καί τοῦ «ὑποδείγματος» πού ἐπέτρεψε τήν οἰκειοποίηση, δέν εἶναι ἀκριβῶς ἡ συνηθισμένη ἔννοια μέ τήν ὁποία ὀρίζουμε τόν ὄρον «παράδειγμα». Στή γραμματική, λ.χ. «amo, amas, amat» εἶναι ἕνα παράδειγμα, γιατί ἀποκαλύπτει τό ὑπόδειγμα πού πρέπει νά χρησιμοποιηθεῖ στήν κλίση ἐνός μεγάλου ἀριθμοῦ ἄλλων ρημάτων τῶν λατινικῶν, λ.χ. στήν παραγωγή τοῦ «laudo, laudas, laudat». Σ' αὐτή τήν κλασική ἐφαρμογή, τό παράδειγμα λειτουργεῖ ἐπιτρέποντας τήν ἀναπαραγωγή περιπτώσεων, καθεμίᾳ ἀπό τίς ὁποῖες θά μπορούσε θεωρητικά νά τό ἀναπληρώσει. Ὡστόσο σέ μιᾶ ἐπιστήμῃ, ἕνα Παράδειγμα, εἶναι σπάνια ἀντικείμενον ἀναπαραγωγῆς. Ἀντίθετα, ὅπως μιᾶ δικαστικῆς ἀπόφαση πού γίνεται δεκτῆ στό ἔθιμικόν δίκαιον, τό Παράδειγμα προσφέρεται γιά περαιτέρω διάρθρωση καί ἐξειδίκευση στό φῶς νέων καί πιά αὐστηρῶν συνθηκῶν.

Αὐτό θά φανεῖ καλύτερα, ἂν κατανοήσουμε τό πόσον πολὺ περιορισμένο μπορεῖ νά εἶναι ἕνα Παράδειγμα, τόσο σέ ἔκταση ὅσο καί σέ ἀκρίβεια, τόν καιρό τῆς πρώτης του ἐμφάνισης. Ἐνα

Παράδειγμα καθιερώνεται επειδή έχει περισσότερη επιτυχία από τα αντίπαλα Παραδείγματα στη λύση εκείνων των λίγων προβλημάτων, πού ή ομάδα των έρευνητών έχει φτάσει να θεωρεί κρίσιμα. Τό νά έχεις περισσότερη επιτυχία, δέ σημαίνει όμως ούτε ότι έχεις πλήρη επιτυχία άπέναντι σέ ένα μεμονωμένο πρόβλημα ούτε ότι έχεις άξιοσημείωτη επιτυχία άπέναντι σέ πολυάριθμα προβλήματα. 'Η επιτυχία ενός Παραδείγματος — είτε πρόκειται για τήν άριστοτελική άνάλυση τής κίνησης, για τούς ύπολογισμούς των θέσεων των πλανητών του Πτολεμαίου, για τήν εφαρμογή του ζυγοϋ στή χημεία από τον Lavoisier ή για τή μαθηματικοποίηση του ήλεκτρομαγνητικού πεδίου του Maxwell — συνίσταται, άρχικά, μάλλον σέ μιά ύπόσχεση επιτυχίας, πού μπορεί νά άνακαλυφθεί σέ επιλεγμένες και άκόμη άτελείς συνθήκες. 'Η φυσιολογική έπιστήμη άποτελεί τήν πραγματοποίηση αϋτής τής ύπόσχεσης, μιά πραγματοποίηση πού επιτυγχάνεται μέ τήν επέκταση τής γνώσης εκείνων των γεγονότων, πού τό Παράδειγμα παρουσιάζει ως ιδιαίτερα άποκαλυπτικά, μέ τήν αύξηση τής συμφωνίας άνάμεσα σ' αϋτά τά γεγονότα και τίς προβλέψεις του Παραδείγματος και μέ περαιτέρω διάρθρωση του ίδιου του Παραδείγματος.

'Ελάχιστοι άνθρωποι, πού δέν άσκούν στήν πράξη μιά ώριμη έπιστήμη, μπορούν νά άντιληφτούν πόσες τέτοιες έκκαθαρίσεις χρειάζεται νά γίνουν σ' ένα Παράδειγμα ή πόσο γοητευτική μπορεί νά άποδειχτεί στήν πράξη μιά τέτοια δουλειά. Καί όμως, αϋτά τά σημεία πρέπει νά γίνουν κατανοητά. Στίς έκκαθαριστικές επιχειρήσεις άφιερώνουν τήν καριέρα τους οι περισσότεροι έπιστήμονες. Πρόκειται γι' αϋτή τή δραστηριότητα, πού έδω όνομάζεται φυσιολογική έπιστήμη. "Αν έξεταστεί από πιό κοντά, είτε μέσα στήν ιστορία είτε στά σύγχρονα εργαστήρια, αϋτή ή διαδικασία μοιάζει μέ προσπάθεια νά έξαναγκαστεί ή φύση νά χωρέσει στό δεδομένο και σχετικά άκαμπτο πλαίσιο, πού παρέχει τό Παράδειγμα. 'Η φυσιολογική έπιστήμη δέν έχει στόχο νά άποκαλύψει νέα είδη φαινομένων' μάλιστα, αϋτά τά φαινόμενα πού δέν ταιριάζουν στό πλαίσιο, δέ γίνονται συχνά ούτε καν άντιληπτά. Ούτε οι έπιστήμονες έπιζητούν κατά κανόνα νά έπινοήσουν νέες θεωρίες, και πολύ συχνά δέν άνέχονται τίς θεωρίες πού έπινοούν κάποιοι άλλοι!. 'Αντίθετα, ή έρευνα τής φυσιο-

1. Bernard Barber «Resistance by Scientists to Scientific Discovery», *Science*, CXXXIV (1961), σ. 596-602.

λογικής επιστήμης τείνει στη διάρθρωση εκείνων των φαινομένων και θεωριών που το Παράδειγμα ήδη προσφέρει.

Ίσως βέβαια αυτά να είναι μειονεκτήματα. Οί περιοχές που έρευνά ή φυσιολογική επιστήμη είναι φυσικά πολύ μικρές· ή διαδικασία που προαναφέραμε καταλήγει σε μία δραστικά περιορισμένη όπτική. Αυτοί όμως οί περιορισμοί, που γεννιούνται απ' τήν έμπιστοσύνη σ' ένα Παράδειγμα, καταλήγουν να είναι ούσιαστικοί για τήν ανάπτυξη τής επιστήμης. Συγκεντρώνοντας τήν προσοχή σ' ένα μικρό φάσμα σχετικά εξειδικευμένων προβλημάτων, τό Παράδειγμα αναγκάζει τούς επιστήμονες να έρευνήσουν μία πλευρά τής φύσης, μέ τόσες λεπτομέρειες και σε τόσο βάθος, που άλλιώς θά ήταν αδύνατο και να τό φανταστούμε. 'Η φυσιολογική επιστήμη, απ' τήν άλλη μεριά, διαθέτει ένα μηχανισμό άσφαλείας, που τείνει να χαλαρώσει τούς περιορισμούς τής έρευνας, κάθε φορά που τό Παράδειγμα απ' όπου προέρχονται, παύει να λειτουργεί άποτελεσματικά. Τότε οί επιστήμονες αρχίζουν να συμπεριφέρονται διαφορετικά, και ή φύση των έρευνητικών τους προβλημάτων αλλάζει. "Ως τότε, όμως, στό διάστημα που τό Παράδειγμα ήταν έπιτυχημένο, ό κλάδος έχει λύσει προβλήματα, που τά μέλη του ούτε είχαν καν διανοηθεί και που ούδέποτε θά είχαν επιχειρήσει να λύσουν χωρίς τή στράτευση στό Παράδειγμα. Και πάντοτε, ένα τουλάχιστο μέρος των έπιτεύξεων αυτών άποδεικνύεται ότι άντέχει στό χρόνο.

Γιά να δείξω άκόμη πιά καθαρά τί έννοώ μέ τόν όρο φυσιολογική ή στηριγμένη -σε- Παράδειγμα έρευνα, θά προσπαθήσω τώρα να ταξινομήσω και να διευκρινίσω εκείνα τά προβλήματα από τά όποια κυρίως άποτελείται ή φυσιολογική επιστήμη. Προτιμώ να αφήσω για άργότερα τή θεωρητική δραστηριότητα και να αρχίσω από τή συλλογή γεγονότων· τό σύνολο, δηλ. των πειραμάτων και των παρατηρήσεων, που περιγράφονται στα είδικά περιοδικά, μέ τά όποια οί επιστήμονες πληροφορούν τούς συναδέλφους τους για τά άποτελέσματα των συνεχιζόμενων έρευνών τους. Σε ποιές πλευρές τής φύσης αναφέρονται κατά κανόνα οί επιστήμονες; Τί καθορίζει τήν έκλογή τους; Και καθώς οί περισσότερες έπιστημονικές παρατηρήσεις χρειάζονται πολύ καιρό, πολλές συσκευές και πολλά χρήματα, τί είναι αυτό που παρακινεί τόν επιστήμονα να συνεχίσει αυτή τήν έκλογή ως τό τέλος;

Υπάρχουν, πιστεύω, μόνο τρία έπίκεντρα στήν έπιστημονική έρευνα των γεγονότων και μάλιστα δέν είναι συνήθως άπόλυτα

διακριτά. Πρώτα, υπάρχει εκείνη ή κατηγορία γεγονότων που το Παράδειγμα έχει δείξει ότι είναι ιδιαίτερα αποκαλυπτικά για τη φύση των πραγμάτων. Η συστηματική χρησιμοποίησή τους στην επίλυση προβλημάτων, ή αύξηση της ακρίβειας και ή ποικιλία των δυνατών καταστάσεων τά κατέστησαν ακόμη πιο καθοριστικά. Κατά καιρούς, αυτοί οι σημαντικοί προσδιορισμοί γεγονότων έχουν συμπεριλάβει: στην αστρονομία — θέσεις και μεγέθη των άστρων, περιόδους των εκλείψεων των «διπλών άστρων» και των πλανητών· στη φυσική — ειδικό βάρος και συμπίεση των υλικών, μήκη κύματος και φασματικές έντάσεις, ηλεκτρική αγωγιμότητα και δυναμικό επαφής· και στη χημεία — σύνθεση και συνδυασμό βαρών, σημεία βρασμού και οξύτητα διαλυμάτων, δομικούς τύπους και οπτική ενεργότητα. Στις προσπάθειες να φτάσουμε σε μία γνώση πιο ακριβή και πιο έκτεταμένη αυτών των γεγονότων αφιερώνεται ένα μεγάλο ποσοστό των εργασιών της πειραματικής και παρατηρησιακής επιστήμης. Γι' αυτό τό σκοπό, έχουν επανειλημμένα σχεδιαστεί σύνθετες εξειδικευμένες συσκευές, των οποίων ή επινόηση, ή κατασκευή και ή χρησιμοποίηση έχουν απαιτήσει ιδιαίτερο ταλέντο, πολύ χρόνο και σημαντική χρηματοδότηση. Οι επιταχυντές σωματιδίων [synchrotrons] και τά ραδιοτηλεσκόπια αποτελούν τις πιο πρόσφατες ενδείξεις για τό που μπορούν να φτάσουν οι έρευνητές, όταν είναι πεπεισμένοι από ένα Παράδειγμα ότι τά γεγονότα που αναζητούν είναι σημαντικά. Από τόν Tycho Brahe μέχρι τόν E. O. Lawrence, όρισμένοι επιστήμονες απέκτησαν σπουδαία φήμη, όχι από κάποια καινοτομία των ανακαλύψεών τους, αλλά από τήν ακρίβεια, τήν αξιοπιστία και τήν έκταση των μεθόδων που χρησιμοποίησαν για τόν επαναπροσδιορισμό ενός ήδη γνωστού τύπου φαινομένων.

Μία δεύτερη, συνηθισμένη αλλά μικρότερη, κατηγορία προσδιορισμών άπευθύνεται σ' αυτά τά γεγονότα που, χωρίς να έχουν συνήθως ιδιαίτερο αυτόνομο ενδιαφέρον, μπορούν να συγκριθούν άμεσα με τις προβλέψεις της Παραδειγματικής θεωρίας. "Όπως θά δούμε στη συνέχεια — όταν θά στραφούμε άπ' τά πειραματικά στά θεωρητικά προβλήματα της φυσιολογικής επιστήμης — υπάρχουν πολύ λίγες περιοχές, όπου μία επιστημονική θεωρία μπορεί να συγκριθεί άμεσα με τή φύση, ιδίως όταν είναι διατυπωμένη σε μία καθαρά μαθηματική μορφή. "Ως τώρα μόνο τρεις τέτοιες περιοχές είναι προσιτές για τή γενική θεωρία

τῆς σχετικότητας τοῦ Einstein². Ἀλλά, ἀκόμα καί σ' αὐτές τίς περιοχές ὅπου ἡ ἄμεση ἐφαρμογή εἶναι δυνατή, ἀπαιτεῖται συχνά προσφυγή σέ προσεγγιστικά δεδομένα (θεωρίας καί μετρήσεως), πού μειώνουν σημαντικά τήν ἀναμενόμενη συμφωνία. Ἡ διεύρυνση αὐτῆς τῆς συμφωνίας ἢ ὁ προσδιορισμός νέων περιοχῶν, ὅπου μπορεῖ νά ἐκδηλωθεῖ κάποια συμφωνία, ἀποτελοῦν μόνιμους στόχους γιά τήν ἐπιδεξιότητα καί τή φαντασία τοῦ ἐρευνητή. Τά εἰδικά τηλεσκόπια πού κατασκευάστηκαν γιά νά ἐπαληθεύσουν τήν πρόβλεψη τοῦ Κοπέρνικου γιά τήν ἐτήσια παράλλαξη· ἡ μηχανή τοῦ Atwood, πού ἐπινοήθηκε ἕναν περίπου αἰῶνα μετά τά *Principia*, γιά νά δώσει τήν πρώτη σαφή ἀπόδειξη τοῦ δευτέρου νόμου τοῦ Newton· ἡ συσκευή τοῦ Foucault γιά νά δείξει ὅτι ἡ ταχύτητα τοῦ φωτός εἶναι μεγαλύτερη στόν ἀέρα ἀπ' ὅ,τι στό νερό· ἢ ὁ γιγαντιαῖος μετρητής σπινθήρων πού σχεδιάστηκε γιά νά ἀποδείξει τήν ὑπαρξη τοῦ νετρίνου — αὐτές οἱ περιπτώσεις εἰδικῶν πειραματικῶν συσκευῶν καί πολλές ἄλλες παρόμοιες δείχνουν τήν τεράστια προσπάθεια καί ἐπινοητικότητα πού ἔχει ἀπαιτηθεῖ, γιά νά φέρεи τή φύση καί τή θεωρία σέ ὄλο καί περισσότερη συμφωνία³. Αὐτή ἡ τάση γιά νά ἀποδειχτεῖ ἡ συμφωνία ἀποτελεῖ ἕνα δεύτερο τύπο τῆς φυσιολογικῆς πειραματικῆς ἐργασίας, πού εἶναι μάλιστα ἀκόμη πιό καθαρά ἐξαρτημένος ἀπό ἕνα Παράδειγμα. Ἡ ὑπαρξη τοῦ Παραδείγματος θέτει τό πρόβλημα πού πρέπει νά λυ-

2. Τό μόνο σημεῖο ἐλέγχου πού ὑπάρχει ἀπό παλιά καί πού ἀκόμη ἀναγνωρίζεται γενικά εἶναι ἡ μετατόπιση τοῦ περιηλίου τοῦ Ἑρμῆ. Ἡ ἐρυθρή μετατόπιση τοῦ φωτός ἀπό τά μακρινά ἄστρα μπορεῖ νά συναχθεῖ μέ ὑπολογισμούς πιό στοιχειώδεις ἀπό ἐκείνους τῆς γενικῆς σχετικότητας, καί τό ἴδιο εἶναι ἴσως πιθανό γιά τήν κάμψη τοῦ φωτός γύρω ἀπό τόν ἥλιο, ἕνα θέμα πού προκαλεῖ τώρα ἀμφισβητήσεις. Ἔτσι κι ἀλλιῶς οἱ μετρήσεις τοῦ τελευταίου αὐτοῦ φαινομένου παραμένουν ἀμφίβολες. Ἐνα πρόσθετο σημεῖο ἐλέγχου ἔχει ἴσως βρεθεῖ πολύ πρόσφατα, ἡ βαρυτική μετατόπιση τῆς ἀκτινοβολίας Mossbauer. Πιθανά θά ὑπάρξουν σύντομα κι ἄλλα σ' αὐτό τό πεδίο πού ἦταν ἀδρανές γιά καιρό ἀλλά τώρα δραστηριοποιεῖται. Γιά μιά σύντομη ἀφήγηση τοῦ προβλήματος ὡς σήμερα, δές τό L.I. Schiff «A Report on the NASA Conference on Experimental Tests of Theories of Relativity», *Physics Today*, XIV (1961), σ. 42-48.

3. Γιά δύο ἀπό τά τηλεσκόπια παράλλαξης, δές Abraham Wolf, *A History of Science, Technology, and Philosophy in the Eighteenth Century* (London, 1952) σ. 103-5. Γιά τή μηχανή τοῦ Atwood, δές N.R. Hanson, *Patterns of Discovery* (Cambridge, 1958), σ. 100-102, 207-8. Γιά τίς δύο τελευταῖες εἰδικές συσκευές, δές M.L. Foucault «Méthode générale pour mesurer la vitesse de la lumière dans l' air et les milieux transparents. Vitesses relatives de la lumière dans l' air et dans l' eau...», *Comptes rendus ... de l' Académie des sciences*, XXX (1850), σ. 551-60· καί C.L. Cowan, Jr., et al., «Detection of the Free Neutrino: A Confirmation», *Science*, CXXIV (1956), σ. 103-4.

θει· συχνά, η Παραδειγματική θεωρία αποτελεί άμεση προϋπόθεση του σχεδιασμού της συσκευής που θά λύσει τό πρόβλημα. Χωρίς τά *Principia*, λ.χ. οί μετρήσεις που έγιναν μέ τή μηχανή του Atwood δέ θά είχαν κανένα άπολύτως νόημα.

Μιά τρίτη κατηγορία πειραμάτων και παρατηρήσεων έξαντλεί, πιστεύω, τίς δραστηριότητες έπιλογής γεγονότων τής φυσιολογικής έπιστήμης. Είμαι ή έμπειρική έργασία που έχει σκοπό τή διάρθρωση τής Παραδειγματικής θεωρίας, που έπιλύει όρισμένες άπ' τίς ύπολειπόμενες άσάφειές της και έπιτρέπει τήν επίλυση προβλημάτων που άπλώς είχαν έπισημανθει στό παρελθόν. Αύτή ή κατηγορία άποδεικνύεται ή πιό σημαντική άπ' όλες και για νά τήν περιγράψουμε θά πρέπει νά τήν ύποδιαιρέσουμε. Στίς περισσότερο μαθηματικοποιημένες έπιστήμες, ένα μέρος τών πειραμάτων που τείνουν στή διάρθρωση τής θεωρίας, στοχεύει στόν προσδιορισμό τών φυσικών σταθερών. 'Η έργασία του Newton, λ.χ., έδειχνε ότι ή δύναμη που άσκοούνταν άνάμεσα σέ δύο μονάδες μάζας που απέχουν μία μονάδα διαστήματος θά παρέμενε σταθερή για όλα τά είδη μαζών σέ όλες τίς δυνατές θέσεις του σύμπαντος. Τό δικό του πρόβλημα μπορούσε κάλλιστα νά λυθει χωρίς νά ύπολογιστεί τό μέγεθος αύτης τής έλξης, δηλαδή τό μέγεθος τής παγκόσμιας σταθεράς τής βαρύτητας· και κανείς άλλος δέ σχεδίασε κάποια συσκευή ίκανή νά προσδιορίσει αύτή τή σταθερά, έναν αιώνα μετά τήν εμφάνιση τών *Principia*. 'Αντίθετα, όταν άρχισαν οί μετρήσεις, δέ σταμάτησαν στόν περίφημο προσδιορισμό του Cavendish, τό 1790. 'Από τότε, έξαιτίας τής κεντρικής της θέσης στή φυσική θεωρία, οί βελτιωμένες τιμές τής σταθεράς τής βαρύτητας άποτέλεσαν τό σκοπό επανειλημμένων προσπαθειών πολλών διακεκριμένων έρευνητών⁴. Παρόμοιες περιπτώσεις έπίμονης έργασίας ήταν οί προσδιορισμοί τής άστρονομικής μονάδας, του αριθμού του Avogadro, του συντελεστή του Joule, του φορτίου του ήλεκτρονίου κ.ο.κ. 'Ελάχιστες άπ' αυτές τίς σύνθετες διαδικασίες θά είχαν άναληφθει, και καμιά δέ θά είχε ολοκληρωθει, άν δέν ύπήρχε μία Παραδειγματική θεωρία νά όρίσει τό πρόβλημα και νά έγγυηθει μία σταθερή λύση.

'Η διάρθρωση ενός Παραδείγματος δέν περιορίζεται, ώστόσο,

4. 'Ο J.H. P[oynting] άπαριθμεί περίπου δύο δωδεκάδες μετρήσεις τής βαρυτικής σταθεράς άνάμεσα στά 1741 και 1901 στό «Gravitation Constant and Mean Density of the Earth», *Encyclopaedia Britannica* (11η έκδ., Cambridge, 1910-11), XII, σ. 385-89.

στόν προσδιορισμό τῶν παγκόσμιων σταθερῶν. Μπορεῖ ἀκόμη νά τείνει σέ ποσοτικούς νόμους: ὁ Νόμος τοῦ Boyle πού συνδέει τήν πίεση καί τόν ὄγκο τῶν ἀερίων, ὁ Νόμος τοῦ Coulomb γιά τήν ἠλεκτρική ἔλξη καί ὁ τύπος τοῦ Joule, πού συσχετίζει τή θερμότητα πού γεννιέται σέ μιὰ ἠλεκτρική ἀντίσταση καί τό ρεῦμα, ἀνήκουν σ' αὐτή τήν κατηγορία. Ἴσως νά μὴν εἶναι τόσο ἐμφανές ὅτι ἓνα Παράδειγμα ἀποτελεῖ προϋπόθεση γιά τήν ἀνακάλυψη τέτοιων νόμων. Λέγεται συχνά ὅτι προκύπτουν ἀπό τήν ἐξέταση μετρήσεων πού ἐκτελοῦνται γιά τούς δικούς τους σκοπούς καί χωρίς ἔνταξη σέ κάποια θεωρία. Ὅμως ἡ ἱστορία δέν προσφέρει καμιὰ ἔνδειξη γιά τήν ἐγκυρότητα μιᾶς μεθόδου, τόσο ὑπερβολικά «ἐπαγωγικῆς» (*à la Bacon*)⁵. Τά πειράματα τοῦ Boyle δέ θά μπορούσαν νά εἶχαν σχεδιαστεῖ (ἀλλά καί ἂν εἶχαν, θά τοὺς ἔδιναν κάποια ἄλλη ἐρμηνεῖα ἢ καί καμιὰ ἐρμηνεῖα) παρά μόνο ἀφοῦ ἀναγνωρίστηκε ὅτι ὁ ἀέρας ἦταν ἓνα ἐλαστικό ρευστό ὅπου μπορούσαν νά ἐφαρμοστοῦν ὅλες οἱ ἀναπτυγμένες ἔννοιες τῆς ὑδροστατικῆς⁶. Ἡ ἐπιτυχία τοῦ Coulomb βασιζόταν στήν κατασκευή μιᾶς εἰδικῆς διάταξης πού μπορούσε νά μετρήσει τή δύναμη πού ἀσκεῖται ἀνάμεσα σέ δύο σημειακά φορτία. (Οἱ συσκευές πού στό παρελθόν μετροῦσαν τίς ἠλεκτρικές δυνάμεις, χρησιμοποιώντας συνηθισμένους ζυγούς κτλ., δέν εἶχαν διακρίνει καμιὰ ἀπολύτως λογική ἀκολουθία ἢ ἀπλή κανονικότητα). Ἀλλά αὐτή ἡ κατασκευή στηριζόταν, μέ τή σειρά της, στήν πρότερη ἀναγνώριση ὅτι κάθε σωματίδιο τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρευστοῦ ἐπιδρᾷ ἀπό ἀπόσταση σέ κάθε ἓνα ἀπό τά ὑπόλοιπα σωματίδια. Ὁ Coulomb ἔψαχνε νά προσδιορίσει αὐτήν ἀκριβῶς τή δύναμη, πού ἐξασκεῖται ἀνάμεσα στά σωματίδια — ἡ μοναδική δύναμη πού θά μπορούσαμε νά υποθέσουμε, μέ σχετική ἀσφάλεια, ὅτι ἦταν ἀπλή συνάρτηση τῆς ἀπόστασης⁷. Τά πειράματα τοῦ Joule θά μπορού-

5. [Σύμφωνα μέ τόν Bacon, ὁ ἐπιστημονικός νόμος καί ἡ ἐπιστημονική θεωρία «ἐπάγονται» ἀπό τή συσσώρευση γεγονότων. Ἡ σωστή ἐπιστημονική μέθοδος εἶναι ἡ ἐξαντλητική παρατήρηση τῆς φύσης καί ἡ ἀνίχνευση κανονικότητων. Ὁ ἐπιστήμονας δέν ἔχει τό δικαίωμα νά κάνει ἀστήριχτες ὑποθέσεις] σ.τ.έ.

6. Γιά τήν πλήρη μεταφύτευση τῶν ὑδροστατικῶν ἐννοιῶν στή μελέτη τῶν ἀερίων δές *The Physical Treatises of Pascal*, μετ. I.H.B. Spiers καί A.G.H. Spiers μέ μιὰ εἰσαγωγή καί σημειώσεις τοῦ F. Barry (New York, 1937). Ἡ καθιέρωση ἀπό τόν Torricelli τοῦ παραλληλισμοῦ: «ζοῦμε βυθισμένοι στό βυθό ἑνός ὄκεανοῦ ἀπό ἀέρα» ἀναφέρεται στή σ. 164. Ἡ ταχύτατη ἐξέλιξή του φαίνεται στίς δύο κύριες πραγματείες.

σαν κι αυτά νά διαφωτίσουν τό πῶς οί ποσοτικοί νόμοι ἀναδύονται μέσα ἀπ' τή διάρθρωση Παραδειγμάτων. Στήν πραγματικότητα, ἡ σχέση τῶν ποιοτικῶν Παραδειγμάτων καί τῶν ποσοτικῶν Παραδειγμάτων καί τῶν ποσοτικῶν νόμων εἶναι τόσο γενική καί στενή ὥστε, ἀπ' τόν καιρό τοῦ Γαλιλαίου, συχνά τέτοιοι νόμοι ἔχουν προβλεφτεῖ μέ τή βοήθεια ἐνός παραδείγματος, πολλά χρόνια πρὶν μπορέσει νά σχεδιαστεῖ μιὰ συσκευή γιά τόν πειραματικό τους προσδιορισμό⁸.

Τέλος, ὑπάρχει μιὰ τρίτη μορφή πειραμάτων πού τείνουν στή διάρθρωση ἐνός Παραδείγματος. Περισσότερο ἀπ' τίς ἄλλες, ἡ μορφή αὐτή μοιάζει μέ διερεύνηση καί ἐπικρατεῖ ιδιαίτερα σ' ἐκεῖνες τίς περιόδους καί σ' ἐκεῖνες τίς ἐπιστῆμες, πού ἀσχολοῦνται περισσότερο μέ τίς ποιοτικές παρά μέ τίς ποσοτικές πλευρές τῶν φυσικῶν φαινομένων. Συχνά, ἕνα Παράδειγμα πού ἔχει ἀναπτυχτεῖ σέ σχέση μέ ἕνα σύνολο φαινομένων εἶναι ἀσαφές ὅταν ἐφαρμόζεται σέ ἄλλα παραπλήσια φαινόμενα. Τότε τά πειράματα εἶναι ἀπαραίτητα γιά νά ἀποφασίσουμε ἀνάμεσα στοὺς δυνατοὺς τρόπους ἐφαρμογῆς τοῦ Παραδείγματος στό νέο πεδίο. Οἱ Παραδειγματικές ἐφαρμογές, λ.χ. τῆς θεωρίας τῶν καλορί ἦταν στή θέρμανση καί τήν ψύξη μέ ἀνάμιξη καθώς καί μέ ἀλλαγὴ κατάστασης⁹. Ὅμως ἡ θερμότητα μποροῦσε νά ἐκλυθεῖ ἢ νά ἀπορροφηθεῖ μέ πολλοὺς ἄλλους τρόπους — ὅπως μέ χημικὴ ἔνωση, μέ τριβή, μέ συμπίεση ἢ ἀπορρόφηση ἐνός ἀερίου — καί σ' ὅλα αὐτά τά φαινόμενα, ἡ θεωρία τῶν καλορί μποροῦσε νά ἐφαρμοστεῖ μέ διάφορους τρόπους. Ἄν, λ.χ. τό κενό εἶχε μιὰ θερμοχωρητικότητα, τότε ἡ θέρμανση μέ συμπίεση θά μποροῦσε νά ἐξηγηθεῖ ὡς τό ἀποτέλεσμα τῆς ἀνάμιξης ἀερίου καί κενοῦ. Ἡ θά μποροῦσε νά ἀποδοθεῖ σέ μιὰ ἀλλαγὴ στήν εἰδικὴ θερμότητα τῶν ἀερίων πού προκαλεῖται ἀπ' τήν ἀλλαγὴ τῆς

7. Duane Roller καί Duane H.D. Roller «*The Development of the Concept of Electric Charge: Electricity from the Greeks to Coulomb*» («*Harvard Case Histories in Experimental Science*», Case 8, Cambridge, Mass., 1954), σ. 66-80.

8. Γιά παραδείγματα δέξ Τ.Σ. Kuhn, «*The Function of Measurements in Modern Physical sciences*», *Isis*, LII (1961) σ. 161-93.

9. [Ἡ «θεωρία τῶν καλορί» (caloric theory) ἦταν ἡ κυρίαρχη θεωρία γιά τή φύση τῆς θερμότητας, ὡς τό 1800 περίπου. Σύμφωνα μέ τή θεωρία αὐτή, ἡ θερμότητα ἦταν ἕνα ἀνεπαίσθητου βάρους ρευστό, τό «caloric» (τό «θερμιδικό», γιά νά χρησιμοποιήσουμε ἕνα νεολογισμό. Δέν μποροῦσε νά ἐξηγήσει ὅμως τήν παραγωγή θερμότητας ἀπό τριβή καί τελικὰ ἐγκαταλείφθηκε, ὅταν ὁ Joule ἔδειξε ὅτι ἡ θερμότητα εἶναι μιὰ μορφή ἐνέργειας] σ.τ.ἔ.

πίεσης. Καί ὑπῆρχαν ἀκόμη πολλές ἄλλες ἐξηγήσεις. Πολλοί ἐρευνητές ἀνέλαβαν νά διερευνήσουν τίς διάφορες αὐτές δυνατότητες καί νά τίς διακρίνουν μεταξύ τους· τά πειράματα πού ἐκτελέστηκαν ξεκινοῦν ὄλα ἀπ' τή θεωρία τῶν καλορι ὡς Παράδειγμα καί ὄλα τή χρησιμοποιοῦν στό σχεδιασμό τῶν πειραματικῶν διατάξεων καί στήν ἐρμηνεία τῶν ἀποτελεσμάτων¹⁰. Ἀπ' τή στιγμή πού τό φαινόμενο τῆς θέρμανσης μέ συμπίεση ἐπικυρώθηκε, ὄλα τά μεταγενέστερα πειράματα στήν περιοχὴ πρόσθεσαν καί αὐτό τό γεγονός στήν ἐξάρτησή τους ἀπό τό Παράδειγμα. Καί δέ θά μπορούσε νά συμβεῖ διαφορετικά — πῶς ἀλλιῶς θά μπορούσε νά ἐπιλεγεῖ ἓνα πείραμα μέ προορισμό νά διαφωτίσει αὐτό τό δεδομένο ἤδη φαινόμενο;

Θά στραφοῦμε τώρα στά θεωρητικά προβλήματα τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης, πού ταξινομοῦνται περίπου στίς ἴδιες κατηγορίες. Ἐνα μέρος τῆς φυσιολογικῆς θεωρητικῆς ἐργασίας, ἓνα μικρό ὅμως μέρος, συνίσταται στήν χρησιμοποίησιν τῶν δεδομένων θεωριῶν μέ σκοπό τόν ὑπολογισμό πραγματολογικῶν στοιχείων πού ἔχουν μιὰ αὐτόνομη ἀξία. Ἡ καθιέρωσις τῶν ἀστρονομικῶν ἡμερολογίων, ὁ ὑπολογισμός τῶν χαρακτηριστικῶν τῶν φακῶν καί ἡ σχεδίασις τῶν καμπυλῶν μετάδοσης τῶν ραδιοκυμάτων, ἀποτελοῦν τέτοια προβλήματα. Οἱ ἐπιστήμονες, ὡστόσο, γενικά τά ἀντιμετωπίζουν ὡς ἀγγαρεῖς πού ἀφοροῦν περισσότερο τοὺς μηχανικούς ἢ τοὺς τεχνικούς. Σπάνια μερικά ἀπ' αὐτά ἐμφανίζονται σέ σημαντικά ἐπιστημονικά περιοδικά. Ὅμως, τά ἴδια αὐτά περιοδικά περιέχουν ἓνα πολύ μεγάλο ἀριθμό θεωρητικῶν συζητήσεων πάνω σέ ἄλλα προβλήματα πού, γιά κάποιον πού δέν εἶναι ἐπιστήμονας, θά ἔμοιαζαν σχεδόν ὅμοια. Πρόκειται, αὐτῇ τῇ φορά, γιά ἐκείνους τοὺς χειρισμούς τῆς θεωρίας πού γίνονται, ὄχι γιὰτί οἱ ὑπολογισμοί πού προκύπτουν ἔχουν κάποια αὐτόνομη ἀξία, ἀλλά γιὰτί μποροῦν νά ἀντιπαρατεθοῦν ἄμεσα στήν ἐμπειρία. Ὁ σκοπός τους εἶναι νά φανερώσουν μιὰ νέα ἐφαρμογὴ τοῦ Παραδείγματος ἢ νά αὐξήσουν τὴν ἀκρίβεια μιᾶς ἤδη ἐπικυρωμένης ἐφαρμογῆς.

Ἡ ἀναγκαιότητα μιᾶς τέτοιας ἐργασίας ξεκινᾷ ἀπὸ τὴν τεράστια δυσκολία πού συχνά ἀντιμετωπίζουμε ὅταν προσπαθοῦμε νά προσδιορίσουμε τά σημεῖα ἐπαφῆς ἀνάμεσα σέ μιὰ θεωρία καί τὴ φύση. Αὐτές οἱ δυσκολίες μποροῦν νά φανοῦν ἄν

10. T.S. Kuhn «The Caloric Theory of Adiabatic Compression» *Isis*, XLIX (1958), σ. 132-40.

έξετάσουμε την ιστορία της δυναμικής μετά τον Newton. Στις αρχές του 18ου αι., εκείνοι οι επιστήμονες που είχαν βρει ένα Παράδειγμα στα *Principia*, θεωρούσαν δεδομένη τη γενικότητα των συμπερασμάτων του βιβλίου, και είχαν κάθε λόγο να κάνουν κάτι τέτοιο. Καμιά άλλη γνωστή εργασία, στην ιστορία των επιστημών, δεν είχε οδηγήσει σε μία τόσο μεγάλη αύξηση του φάσματος και της ακρίβειας της έρευνας. Στην έρευνα του ουρανού, ο Newton είχε καταφέρει να εξηγήσει τους νόμους του Kepler για την κίνηση των πλανητών και ακόμα να εξηγήσει όρισμένες περιπτώσεις, όπου είχε παρατηρηθεί ότι η σελήνη δεν υπάκουε σ' αυτούς τους νόμους. Στην έρευνα της γής, είχε έρμηνεύσει τα αποτελέσματα των ποικίλων παρατηρήσεων στα έκκρεμή και στις παλίρροιας. Μέ τη βοήθεια πρόσθετων αλλά *ad hoc* υποθέσεων, ήταν σε θέση να παράγει τό Νόμο του Boyle και ένα σημαντικό μαθηματικό τύπο για την ταχύτητα του ήχου στον άερα. "Αν σκεφτεί κανείς τό επίπεδο των επιστημών εκείνης της εποχής, ή επιτυχία των αποδείξεών του ήταν εξαιρετικά έντυπωσιακή. Και όμως, σε σχέση με την υποθετική γενικότητα των Νόμων του Newton, ο αριθμός αυτών των εφαρμογών δεν ήταν μεγάλος, και ο Newton δεν ανέπτυξε καμιά σχεδόν άλλη. Μάλιστα, αν συγκριθούν με τό τί μπορεί να κάνει σήμερα με τους ίδιους νόμους ένας άπλος φοιτητής της φυσικής, οι λίγες εφαρμογές του Newton δεν ήταν καν ιδιαίτερα ακριβείς. Τέλος, τά *Principia* είχαν σχεδιαστεί για να εφαρμοστούν κυρίως σε προβλήματα της ουράνιας μηχανικής: τό πώς θά προσαρμόζονταν στις έπίγειες εφαρμογές, ιδιαίτερα στην κίνηση υπό περιορισμούς, δεν ήταν καθόλου εμφανές. Τή στιγμή μάλιστα που τά έπίγεια προβλήματα της κίνησης είχαν ήδη αντιμετωπιστεί με ιδιαίτερη επιτυχία από ένα αρκετά διαφορετικό σύνολο τεχνικών, που ξεκίνησε άπ' τον Γαλιλαίο και τον Huyghens και επεκτάθηκε στην ήπειρωτική Εύρώπη τό 18ο αι. από τους Bernoullis, τον d'Alembert και άλλους πολλούς. 'Υποθετικά, βέβαια, μπορεί να αποδειχτεί ότι οι τεχνικές τους και οι τεχνικές των *Principia* είναι ειδικές περιπτώσεις μιās γενικότερης διατύπωσης, αλλά, για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, κανείς δεν μπορούσε να δεί πώς θά γινόταν κάτι τέτοιο¹¹.

11. C. Truesdell, «A Program toward Rediscovering the Rational Mechanics of the Age of Reason», *Archive for History of the Exact Sciences*, I (1960), σ. 3-36, και «Reactions of Late Baroque Mechanics to Success, Conjecture, Error, and Failure in

Γιά τήν ώρα θά περιοριστοῦμε στό πρόβλημα τῆς ἀκρίβειας. Ἐχομε ἤδη διευκρινίσει τήν ἐμπειρική πλευρά τῆς. Εἰδικές πειραματικές διατάξεις — ὅπως ἡ διάταξη τοῦ Cavendish, ἡ μηχανή τοῦ Atwood ἢ βελτιωμένα τηλεσκόπια — χρειάζονταν γιά νά προσφέρουν τά εἰδικά δεδομένα, πού ἀπαιτοῦσαν οἱ συγκεκριμένες ἐφαρμογές τοῦ νευτώνιου παραδείγματος. Στό ἐπίπεδο τῆς θεωρίας, ὑπῆρχαν παρόμοιες δυσκολίες γιά τήν ἐπίτευξη τῆς συμφωνίας. Ἐφαρμόζοντας τούς νόμους του στά ἐκκρεμή, λ.χ. ὁ Newton ἦταν ἀναγκασμένος νά θεωρήσει τό βαρίδιο ὡς σημεῖο μάζας, προκειμένου νά πετύχει ἕναν ἐνιαῖο ὄρισμό τοῦ μήκους τοῦ ἐκκρεμοῦς. Στά περισσότερα θεωρήματά του, μέ ἐλάχιστες ἐξαιρέσεις ἀγνόησε ἐπίσης τήν ἐπίδραση τῆς ἀντίστασης τοῦ ἀέρα. Αὐτές ἦταν, βέβαια, σωστές φυσικές προσεγγίσεις. Ὅστούσο, ἀκριβῶς ἐπειδή ἦταν προσεγγίσεις, περιορίζαν τήν ἀναμενόμενη συμφωνία ἀνάμεσα στίς προβλέψεις του καί τά δεδομένα τῶν πειραμάτων. Οἱ ἴδιες δυσκολίες παρουσιάστηκαν, ἀκόμη πιό καθαρά, στήν ἐφαρμογή τῆς θεωρίας τοῦ Newton στόν οὐρανό. Ἀπλές ποσοτικές παρατηρήσεις τῶν τηλεσκοπίων ἔδειχναν ὅτι ἡ κίνηση τῶν πλανητῶν δέν ὑπακούει ἀκριβῶς στούς Νόμους τοῦ Kepler, καί ἡ θεωρία τοῦ Newton ἔλεγε ὅτι ὄντως δέν ἔπρεπε νά ὑπακούει. Γιά νά παράγει αὐτούς τούς νόμους, ὁ Newton εἶχε ἀναγκαστεῖ νά ἀγνοήσει ὅλες τίς βαρυτικές ἑλξεις ἐκτός ἀπ' τήν ἑλξη μεταξύ μεμονωμένων πλανητῶν καί ἡλίου. Ἀπ' τή στιγμή ὅμως πού οἱ πλανῆτες στήν πραγματικότητα ἔλκονται καί μεταξύ τους, δέν μπορούσαμε νά περιμένουμε μόνο προσεγγιστική συμφωνία ἀνάμεσα στήν ἐφαρμοσμένη θεωρία καί τίς παρατηρήσεις τοῦ τηλεσκοπίου¹².

Φυσικά, ἡ συμφωνία πού προέκυπτε ἦταν περισσότερο ἀπό ἱκανοποιητική γι' αὐτούς πού τήν εἶχαν πετύχει. Ἄν ἐξαιρεθοῦν κάποια προβλήματα κίνησης ἐπί τῆς γῆς, καμιά ἄλλη θεωρία δέ θά μπορούσε νά φτάσει σέ καλύτερα ἀποτελέσματα. Κανείς ἀπ' αὐτούς, πού ἀμφισβήτησαν τήν ἐγκυρότητα τοῦ ἔργου τοῦ Newton, δέν τό ἔκανε ἐξαιτίας τῆς περιορισμένης συμφωνίας μέ τό πείραμα καί τήν παρατήρηση. Καί ὅμως, αὐτοί οἱ περιορισμοί στή συμφωνία ἄφηναν ἄλλα πολλά γοητευτικά θεωρητικά προβλή-

Newton's Principia», *Texas Quarterly*, X (1967), σ. 281-97, T.L. Hankins, «The Reception of Newton's Second Law of Motion in the Eighteenth Century», *Archives internationales d'histoire des sciences*, XX (1967), σ. 42-65.

12. Wolf, ὁ.π., σ. 75-81, 96-101 καί William Whewell, *History of the Inductive Sciences* (ἀν. ἐκδ., London, 1847), II, σ. 213-71.

ματα για τούς διαδόχους του Newton. 'Απαιτούνταν, λ.χ. θεωρητικές τεχνικές για τον υπολογισμό των κινήσεων περισσότερων από δύο σωμάτων, που έλκονται μεταξύ τους, καθώς και για τη διερεύνηση της σταθερότητας των περελκυομένων τροχιών. Τέτοιου είδους προβλήματα απασχόλησαν πολλούς απ' τούς καλύτερους Ευρωπαίους μαθηματικούς, στη διάρκεια του 18ου αι. και στις αρχές του 19ου αι. 'Ο Euler, ο Lagrange, ο Laplace και ο Gauss έκαναν μερικές απ' τις πιο έκπληκτικές εργασίες τους, προσπαθώντας να βελτιώσουν την αντιστοιχία ανάμεσα στο νευτώνιο Παράδειγμα και την παρατήρηση του ουρανού. Μερικοί, μάλιστα, κατάφεραν ταυτόχρονα να αναπτύξουν τα μαθηματικά που απαιτούνταν για τις εφαρμογές, κάτι που ούτε ο Newton ούτε η σύγχρονή του Ευρωπαϊκή σχολή της Μηχανικής δεν είχαν καν αποπειραθεί. "Έδωσαν, λ.χ. μία τεράστια ποσότητα εργασιών και όρισμένες ιδιαίτερα επιτυχείς μαθηματικές τεχνικές για την υδροδυναμική και για τό πρόβλημα της παλλόμενης χορδής. Αυτά τα προβλήματα εφαρμογών θά μπορούσαν να θεωρηθούν ή πιο θαυμαστή και ή πιο πολυέξοδη επιστημονική δουλειά του 18ου αι. "Άλλες περιπτώσεις θά μπορούσαν να βρεθούν εξετάζοντας τη μετα-Παραδειγματική περίοδο στην ανάπτυξη της θερμοδυναμικής, της κυματικής θεωρίας του φωτός, της ηλεκτρομαγνητικής θεωρίας ή κάθε άλλου κλάδου της επιστήμης, του οποίου οι θεμελιώδεις νόμοι είναι καθαρά ποσοτικοί. Τουλάχιστο στις περισσότερο μαθηματικές επιστήμες, τό μεγαλύτερο ποσοστό της θεωρητικής δουλειάς είναι τέτοιου είδους.

'Αλλά δεν είναι όλη ή δουλειά τέτοιου είδους. 'Ακόμη και στις μαθηματικές επιστήμες υπάρχουν πάντα θεωρητικά προβλήματα, που αποβλέπουν στη διάρθρωση του Παραδείγματος: και όταν ή επιστημονική ανάπτυξη περνάει μία φάση κυρίως ποιοτική, αυτά τά προβλήματα είναι τότε κυρίαρχα. 'Ορισμένα προβλήματα, και στις κυρίως ποιοτικές και στις κυρίως ποσοτικές επιστήμες, στοχεύουν απλώς στη διασάφηση, που επιτυγχάνεται μέ μία αναδιατύπωση. Τά *Principia*, λ.χ. δεν προσφέρονταν πάντοτε για εύκολες εφαρμογές, αφενός, γιατί διατηρούσαν όρισμένα στοιχεία αδεξιότητας αναπόφευκτα σέ ένα τόσο πρωτότυπο τόλμημα και αφετέρου, γιατί ένα μεγάλο μέρος του νοήματός τους έμπεριέχονταν αποκλειστικά στις εφαρμογές τους. Τό γεγονός πάντως ήταν ότι, σέ πολλές επίγειες εφαρμογές, ένα φαινομενικά ανεξάρτητο σύνολο μεθόδων των ειδικών της ήπειρωτικής Ευ-

ρώπης έμοιαζε πολύ πιά ίκανοποιητικό. Κατά συνέπεια, άπ' τόν Euler και τόν Langrange στό 18ο αϊ., μέχρι τόν Hamilton, τόν Jacobi και τό Hertz στό 19ο αϊ., πολλοί άπ' τούς διαπρεπέστερους Εύρωπαϊούς μαθηματικούς φυσικούς πάσχισαν ξανά και ξανά νά διατυπώσουν άπ' τήν άρχή τή μηχανική θεωρία σέ μιά Ισοδύναμη, αλλά λογικά και αισθητικά βελτιωμένη μορφή. Έπιθυμούσαν, δηλ. νά δώσουν στά έκδηλα και στά ύπονοούμενα διδάγματα τών *Principia* και τής εύρωπαϊκής μηχανικής μιά, λογικά, πιά συνεπή μορφή· νά έπεξεργαστούν μιά ένοποιημένη παραλλαγή, πού θά μπορούσε νά εφαρμοστεί χωρίς άσάφειες στά νέα προβλήματα τής μηχανικής¹³.

Παρόμοιες άναδιατυπώσεις ενός Παραδείγματος συνέβησαν έπανελημμένα σ' όλες τίς έπιστήμες, άν και στίς περισσότερες βρίσκουμε πολύ πιά ούσιαστικές άλλαγές στά Παραδείγματα άπ' ό,τι στήν περίπτωση τών *Principia*. Οί άλλαγές αυτές προέρχονται άπό τήν έμπειρική δουλειά, πού μόλις είδαμε ότι τείνει στή διάρθρωση του Παραδείγματος. Στήν πραγματικότητα, ήταν αυθαίρετο τό ότι θεωρήσαμε αυτή τή δουλειά έμπειρική. Περισσότερο άπό κάθε άλλο είδος φυσιολογικής έρευνας, τά προβλήματα πού συνδέονται μέ τή διάρθρωση του Παραδείγματος είναι ταυτόχρονα θεωρητικά και έμπειρικά· οί περιπτώσεις, πού ήδη άναφέραμε, μπορούν νά χρησιμοποιηθούν έξίσου καλά και έδω. Πρίν καταφέρει νά κατασκευάσει τήν πειραματική του διάταξη και νά κάνει μετρήσεις μ' αυτή, ό Coulomb ήταν άναγκασμένος νά χρησιμοποιήσει τήν ήλεκτρική θεωρία γιά νά προσδιορίσει μέ ποιό τρόπο έπρεπε νά οίκοδομήσει αυτή τή διάταξη. Τό άποτέλεσμα τών μετρήσεών του ήταν μιά εκλέπτυνση σ' αυτή τή θεωρία. Ή πάλι, εκείνοι πού σχεδίασαν τά πειράματα, πού είχαν ως σκοπό τή διάκριση άνάμεσα στίς διάφορες θεωρίες θέρμανσης μέ συμπίεση, ήταν κατά κανόνα οί ίδιοι πού είχαν οίκοδομήσει τίς θεωρίες πού έπρεπε νά συγκριθούν. Δούλευαν και μέ τό γεγονός και μέ τή θεωρία, και ή δουλειά τους κατέληγε όχι άπλως σέ νέες πληροφορίες αλλά σέ ένα πιά άκριβές Παράδειγμα, πού έπιτυγχάνονταν μέ τήν άπόρριψη τών άσάφειών πού διατηρούσε ή πρωταρχική μορφή άπ' τήν όποία είχαν ξεκινήσει. Σέ πολλές έπιστήμες, ή περισσότερη φυσιολογική δουλειά είναι τέτοιου είδους.

Οί τρεις λοιπόν κατηγορίες προβλημάτων — προσδιορισμός του σημαντικού γεγονότος, συνταίριασμα τών γεγονότων μέ τή

13. René Dugas, *Histoire de la mécanique* (Neuchatel, 1950), βιβλία iv-v.

θεωρία και διάρθρωση τῆς θεωρίας — πιστεύω ὅτι ἐξαντλοῦν τό πλάτος τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης τόσο τῆς ἐμπειρικῆς ὅσο καί τῆς θεωρητικῆς. Δέν ἐξαντλοῦν, φυσικά, τό συνολικό πλάτος τῆς ἐπιστήμης. Γιατί ὑπάρχουν ἀκόμη καί ἰδιόρρυθμα [μὴ φυσιολογικά] προβλήματα καί ἴσως ἡ ἐπίλυση αὐτῶν ἀκριβῶς τῶν προβλημάτων νά εἶναι αὐτό πού δίνει στήν ἐπιστήμη, ὡς σύνολο, τήν ἰδιαίτερη ἀξία της. Ὅμως τά ἰδιόρρυθμα προβλήματα δέν πρέπει νά ἐκλαμβάνονται ὡς σημεῖα ἐκκίνησης. Ἐμφανίζονται μόνο σέ εἰδικές περιστάσεις πού προετοιμάζονται ἀπό τήν πορεία τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης. Ἐπομένως ἀναπόφευκτα, ἡ συντριπτική πλειοψηφία τῶν προβλημάτων, πού ἀναλαμβάνονται ἀκόμη καί ἀπ' τοὺς καλύτερους ἐπιστήμονες, συνήθως, ἀνήκει σέ μιά ἀπό τίς τρεῖς κατηγορίες, πού προαναφέραμε. Ἡ δουλειά κάτω ἀπό τήν καθοδήγηση ἑνός Παραδείγματος μόνο μ' αὐτό τόν τρόπο προχωρᾷ, καί ἡ ἐγκατάλειψη τοῦ Παραδείγματος σημαίνει σταμάτημα τῆς ἄσκησης αὐτῆς τῆς ἐπιστήμης. Θά δοῦμε σέ λίγο ὅτι τέτοιες ἐγκαταλείψεις συμβαίνουν στήν πραγματικότητα. Εἶναι οἱ ἄξονες γύρω ἀπ' τοὺς ὁποίους στρέφονται οἱ ἐπιστημονικές ἐπαναστάσεις. Ἀλλά, πρὶν ἀρχίσουμε τή μελέτη τῶν ἐπαναστάσεων, χρειάζομαστε μιά πιό πανοραμική ἄποψη τῶν ἐπιδιώξεων τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης, πού προετοιμάζουν αὐτόν τό δρόμο.

IV. Φυσιολογική έπιστήμη και επίλυση γρίφων

Τό πίο έντυπωσιακό, ίσως, γνώρισμα τών προβλημάτων τής φυσιολογικής έρευνας, είναι τό ότι δέ στοχεύουν στην παραγωγή μεγάλων καινοτομιών ούτε στον τομέα τών έννοιών ούτε στον τομέα τών φαινομένων. Μερικές φορές, όπως σέ μιά μέτρηση κάποιου μήκους κύματος, τά πάντα είναι γνωστά έκ τών προτέρων, έκτός από μερικές δευτερεύουσες λεπτομέρειες, και τό φάσμα του άναμενόμενου είναι συνήθως ελάχιστα ευρύτερο από τό πραγματικό άποτέλεσμα. Έτσι, οί μετρήσεις του Coulomb, λ.χ. δέ θά έπρεπε κατ' ανάγκη νά ύπακούουν σέ ένα νόμο αντίστροφου τετραγώνου· ή πάλι, αυτοί που διερευνούσαν τή θέρμανση μέ πίεση ήταν συχνά προετοιμασμένοι για όποιοδήποτε από διάφορα άποτελέσματα. Άλλά άκόμη και σέ τέτοιες περιπτώσεις, τό φάσμα τών άναμενόμενων και έπομένως τών άφομοιώσιμων άποτελεσμάτων είναι πάντοτε μικρό, αν συγκριθεί μέ τό φάσμα που μπορεί ή φαντασία νά συλλάβει. Και όταν τά άποτελέσματα ενός προγράμματος δέν άνήκουν σ' αυτό τό περιορισμένο φάσμα, τότε συνήθως τό πρόγραμμα θεωρείται άποτυχημένο και ή άποτυχία άποδίδεται στον έπιστήμονα και όχι στη φύση.

Στό 18ο αί., λ.χ. πολύ λίγη προσοχή δινόταν σέ πειράματα που μετρούσαν τήν ήλεκτρική έλξη μέ συσκευές όπως ο άπλός ζυγός. Καθώς δέν κατέληγαν σέ άποτελέσματα ούτε συνεπή ούτε άπλά, δέν μπορούσαν νά χρησιμοποιηθοϋν για τή διάρθρωση του Παραδείγματος, απ' τό όποιο προέρχονταν. Έπομένως, παρέμεναν σκέτα γεγονότα, χωρίς σύνδεση και χωρίς δυνατότητα σύνδεσης μέ τή συνεχή πρόοδο τής ήλεκτρικής έρευνας. Μόνο έκ τών ύστέρων, έχοντας στα χέρια μας ένα μεταγενέστερο Παράδειγμα, μπορούμε νά διακρίνουμε τί είδους χαρακτηριστικά τών ήλεκτρικών φαινομένων αυτά τά πειράματα άποκάλυπταν. Ό

Coulomb και οι σύγχρονοί του είχαν, φυσικά, στά χέρια τους αυτό τό Παράδειγμα ή κάποιο άλλο, πού, όταν εφαρμόστηκε στο πρόβλημα τής έλξης, επέτρεψε τίς ίδιες προσδοκίες. Γι' αυτόν άκριβώς τό λόγο, ό Coulomb κατάφερε νά σχεδιάσει πειραματικές διατάξεις, πού έδωσαν ένα άποτέλεσμα άφομοιώσιμο γιά τή διάρθρωση τοῦ Παραδείγματος. Άλλά επίσης, στους ίδιους λόγους όφείλεται τό ότι τό άποτέλεσμα τοῦ Coulomb δέν εξέπληξε κανένα και τό ότι πολλοί έρευνητές τής ίδιας περιόδου ήταν σέ θέση νά προβλέψουν εκ τῶν προτέρων αυτό τό άποτέλεσμα. Άκόμη και τό πρόγραμμα, πού έχει σκοπό τήν ίδια τή διάρθρωση τοῦ Παραδείγματος, δέ στοχεύει σέ *άπρόσμενες* καινοτομίες.

Άν, όμως, ό σκοπός τής φυσιολογικής επιστήμης δέν είναι οι μεγάλες οὔσιαστικές καινοτομίες — άν ή άποτυχία στήν προσέγγιση ενός άναμενόμενου άποτελέσματος θεωρείται άποτυχία πού βαρύνει τόν επιστήμονα — τότε λοιπόν, γιατί νά ασχολούμαστε μέ μιά τέτοιου είδους έρευνα; Ένα μέρος τής άπάντησης έχει ήδη δοθει. Γιά τόν επιστήμονα, τουλάχιστο, τά άποτελέσματα πού πετυχαίνουμε στή φυσιολογική έρευνα είναι σημαντικά, γιατί αυξάνουν τήν έκταση και τήν ακρίβεια μέ τήν όποία μπορεί νά εφαρμοστεί τό Παράδειγμα. Όστόσο, μιά τέτοια άπάντηση δέν μπορεί νά εξηγήσει τόν ένθουσιασμό και τήν άφοσίωση τῶν επιστημόνων, πού ασχολοῦνται μέ τά προβλήματα τής φυσιολογικής έρευνας. Κανένας, λ.χ. δέ θά αφιέρωνε χρόνια άπ' τή ζωή του γιά τήν τελειοποίηση ενός φασματογράφου ή γιά τήν έπιτυχία μιάς βελτιωμένης λύσης τοῦ προβλήματος τῶν παλλόμενων χορδῶν, μόνο και μόνο επειδή θεωρεῖ σημαντική τήν πληροφορία πού θά έπιτευχθεῖ μ' αυτόν τόν τρόπο. Τά δεδομένα πού έπιτυγχάνονται μέ τή σύνταξη τεχνικῶν ήμερολογίων ή μέ επανειλημμένες μετρήσεις μέ κάποιο γνωστό ὄργανο είναι συχνά εξίσου σημαντικά, όμως οι τέτοιου είδους δραστηριότητες θεωροῦνται κατά κανόνα ύποτιμητικές άπό τούς επιστήμονες, γιατί είναι στήν πλειοψηφία τους επαναλήψεις διαδικασιῶν πού έχουν ήδη συντελεστεί στό παρελθόν. Αυτή ή άπόρριψη μᾶς προσφέρει μιά σημαντική ένδειξη γιά τή γοητεία τῶν προβλημάτων τής φυσιολογικής έρευνας. Ένώ, λοιπόν, ή κατάληξη τους μπορεί νά προβλεφτεῖ, συχνά σέ τέτοιο βαθμό, ὥστε αυτό πού μένει νά γίνει γνωστό δέν έχει ιδιαίτερο ένδιαφέρον, ό *τρόπος* μέ τόν όποιο φτάνουμε σ' αυτή τήν κατάληξη παραμένει αρκετά άμφίβολος. Τό νά φέρεις σέ πέρας ένα πρόβλημα φυσιολογικής έρευνας ισοδυναμεῖ μέ τό νά πραγματώ-

νεις τό άναμενόμενο μ' ένα νέο τρόπο, κάτι πού άπαιτεί την επίλυση ποικίλων σύνθετων πειραματικών, έννοιολογικών και μαθηματικών γρίφων. Μ' αυτόν τόν τρόπο ξεχωρίζουν οί ειδήμονες στην επίλυση-γρίφων και ή πρόκληση του γρίφου είναι μιá σημαντική πλευρά τής στράτευσης του έπιστήμονα.

Οί όροι «γρίφος» και «έπίλυση γρίφων» έρχονται νά τονίσουν όρισμένα άπ' τά θέματα πού, στίς προηγούμενες σελίδες, χαρακτηρίστηκαν ιδιαίτερα σημαντικά. Οί γρίφοι είναι — στην έντελώς κλασική έννοια του όρου μέ την όποία χρησιμοποιούνται έδω — αυτή ή ειδική κατηγορία προβλημάτων, πού μπορούν νά έλέγξουν την εύφυνία και την έπιδεξιότητα ενός προσώπου. Οί χαρακτηριστικές περιπτώσεις πού άναφέρει τό λεξικό είναι τό «puzzle» [συναρμολόγηση εικόνων]¹ και τό «σταυρόλεξο»² θά προσπαθήσουμε, λοιπόν, νά άπομονώσουμε τά χαρακτηριστικά, πού είναι κοινά σ' αυτά τά παιχνίδια και τά προβλήματα τής φυσιολογικής έπιστήμης. "Ένα άπ' αυτά ήδη έχει άναφερθεί: δέν άποτελεί κριτήριο έπιτυχίας για ένα γρίφο τό άν ή κατάληξη του έχει ένα αυτόνομο ένδιαφέρον ή σπουδαιότητα. "Αντίθετα, τά προβλήματα πού είναι όντως σημαντικά, όπως ή θεραπεία του καρκίνου ή ή έπίτευξη μιás διαρκούς ειρήνης, συνήθως δέ χαρακτηρίζονται γρίφοι, γιατί, ως ένα βαθμό, μπορεί νά μήν έχουν καμιά λύση. "Ας πάρουμε, τώρα, ένα «puzzle» του όποιου τά κομματάκια έχουν έπιλεγεί τυχαία άπό δύο διαφορετικά κουτιά του παιχνιδιού. "Απ' τή στιγμή πού αυτό τό πρόβλημα [ή επίλυση δηλ. του puzzle] μπορεί νά άντισταθει άκόμη και στον πιό ίκανό παίκτη (άν και όχι σίγουρα), δέν μπορεί νά χρησιμεύσει ως τέστ για την έπιδεξιότητα επίλυσης. Μέ τή συνηθισμένη έννοια δέν άποτελεί ούτε καν γρίφο. "Ενώ λοιπόν ή αυτόνομη άξία δέν άποτελεί κριτήριο για ένα γρίφο, αντίθετα, ή έπιβεβαίωση τής ύπαρξης μιás λύσης άποτελεί.

"Έχουμε δεί όμως ότι ή έπιστημονική κοινότητα, μαζί μέ κάποιο Παράδειγμα, άποκτá ταυτόχρονα κι ένα κριτήριο έπιλογής προβλημάτων, τά όποια, όσον καιρό τό Παράδειγμα θεωρείται έγκυρο, ύποτίθεται πώς έχουν λύσεις. "Ός ένα βαθμό, αυτά τά προβλήματα είναι τά μόνα πού θεωρούνται έπιστημονικά και τά μόνα πού συγκεντρώνουν την προσοχή τής κοινότητας. "Άλλα

1. [Μέ τή λέξη «γρίφος» άποδίδω τό «puzzle» του συγγραφέα. "Αντίθετα, όνομάζω «puzzle» τό «jigsaw puzzle», τό παιχνίδι δηλ. τής συναρμολόγησης εικόνων, πού στά έλληνικά έχει περάσει μέ τόν άγγλικό όρο puzzle] σ.τ.έ.

προβλήματα, μεταξύ τῶν ὁποίων πολλά ἀπ' αὐτά πού θεωροῦνταν καθιερωμένα στό παρελθόν, ἀπορρίπτονται εἴτε ὡς μεταφυσικά εἴτε ἐπειδή ἀνήκουν σ' ἄλλους ἐπιστημονικούς κλάδους εἴτε, μερικές φορές, ἐπειδή εἶναι τόσο προβληματικά πού δέν ἀξίζουν τόν κόπο. "Ἐνα Παράδειγμα μπορεῖ, γι' αὐτόν τό σκοπό, ἀκόμη καί νά κρατήσῃ σέ ἀπόσταση τήν κοινότητα ἀπό ἐκεῖνα τά σημαντικά κοινωνικά προβλήματα πού δέν μποροῦν νά ἀναχθοῦν σέ μορφή γρίφου, δέν μποροῦν δηλ. νά διατυπωθοῦν στή γλώσσα τῶν ἐννοιῶν καί τῶν ἐργαλείων τοῦ Παραδείγματος. Τέτοια προβλήματα θά ἀποσποῦσαν τήν προσοχή τῶν ἐπιστημόνων — ἕνα δίδαγμα πού βγαίνει χαρακτηριστικά ἀπό διάφορες πλευρές τοῦ Bacon-ισμοῦ τοῦ 17ου αἰ. καί ἀπό ὀρισμένες σύγχρονες κοινωνικές ἐπιστήμες. Μιά ἀπ' τίς βασικές αἰτίες τῆς τόσο γρήγορης προόδου τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης εἶναι τό γεγονός ὅτι οἱ ἐρευνητές συγκεντρώνονται σέ προβλήματα τῶν ὁποίων ἡ λύση ἐξαρτᾶται ἀποκλειστικά ἀπό τήν εὐφυΐα τους.

"Αν, ὅμως, τά προβλήματα τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης εἶναι, μ' αὐτή τήν ἔννοια, γρίφοι, δέν εἶναι πιά περίεργο τό ὅτι οἱ ἐπιστήμονες ἐπιτίθενται σ' αὐτά μέ τόσο πάθος καί τόση ἀφοσίωση. "Ἐνας ἄνθρωπος εἶναι δυνατό νά προσελκυστεῖ ἀπό τήν ἐπιστήμη γιά διάφορους λόγους. Ἐνάμεσά τους εἶναι ἡ ἐπιθυμία νά εἶναι χρήσιμος, ἡ συγκίνηση ἀπό τήν ἐξερεύνηση νέων περιοχῶν, ἡ ἐλπίδα ὅτι θά ἀνακαλύψει τήν τάξη πού κυριαρχεῖ στή φύση καί ἡ τάση νά ἐλέγξει τήν ἐγκυρότητα τῆς καθιερωμένης γνώσης. Τά κίνητρα αὐτά, μεταξύ ἄλλων, βοηθοῦν καί στόν καθορισμό τῶν ἐιδικῶν προβλημάτων, μέ τά ὁποῖα ἀργότερα θά ἀσχοληθεῖ. Καί πραγματικά, παρά τίς περιστασιακές ἀπογοητεύσεις, *ὑπάρχουν* σοβαροί λόγοι πού ἐξηγοῦν τήν ἀποτελεσματικότητα αὐτῶν τῶν κινήτρων (ἀρχικά στήν προσέλκυση καί, στή συνέχεια, στή καθοδήγηση)². Ἡ ἐπιστήμη ὡς σύνολο, κατά καιροῦς, ὄντως ἀποδεικνύεται χρήσιμη, ἀνοίγει νέους τομεῖς, ἀποκαλύπτει τήν ὑπάρχουσα τάξη καί ἀμφισβητεῖ τίς ἀποδεκτές ἀπό καιρό πεποιθήσεις. "Ὡστόσο, *τό ἄτομο*, πού ἀφιερώνεται σ' ἕνα πρόβλημα φυσιολογικῆς ἔρευνας, *σχεδόν δέν κάνει τίποτα ἀπ' ὅλα αὐτά*. Ἐπ' τή στιγμή πού ἀφοσιώνεται στήν ἔρευνα, τά κίνητρά του ἀλλάζουν.

2. Ἡ ἀπογοητεση πού δημιουργεῖ ἡ ἀντίθεση ἀνάμεσα στόν ἀτομικό ρόλο καί τή συνολική δομή ἀνάπτυξης τῆς ἐπιστήμης μπορεῖ πάντως, σέ ὀρισμένες περιστάσεις, νά εἶναι ἀρκετά σοβαρή. Πάνω σ' αὐτό τό θέμα, δέξ Lawrence S. Kubie, «Some Unsolved Problems of the Scientific Career», *American Scientist*, XLII (1953), σ. 596-613 καί XLII (1954), σ. 104-12.

Τώρα πιά τόν προκαλεί ή πεποίθηση ότι, αν αποδειχτεί αρκετά επιδέξιος, θά καταφέρει νά επιλύσει ένα γρίφο πού κανένας στό παρελθόν δέν είχε επιλύσει ή δέν είχε επιλύσει τόσο καλά. Πολλά απ' τά μεγαλύτερα επιστημονικά μυαλά αφιέρωσαν όλη τήν επαγγελματική τους προσοχή ψάχνοντας γιά γρίφους τέτοιου είδους. Στίς περισσότερες περιπτώσεις, ένα συγκεκριμένο πεδίο ειδίκευσης δέν προσφέρει τίποτε άλλο απ' αυτό, γεγονός πού δέν τό κάνει λιγότερο γοητευτικό στά μάτια τοῦ αφοσιωμένου επιστήμονα.

Θά στραφοῦμε τώρα σέ μιá άλλη, πιό προβληματική αλλά και πιό αποκαλυπτική πλευρά τοῦ παραλληλισμοῦ γρίφων και προβλημάτων τῆς φυσιολογικῆς επιστήμης. Γιά νά χαρακτηριστεῖ γρίφος, ένα πρόβλημα πρέπει νά εκπληρώνει κάτι περισσότερο από τό νά έχει σίγουρα μιá λύση. Θά πρέπει νά υπάρχουν επίσης κανόνες πού νά περιορίζουν τόσο τή φύση τῶν ἀποδεκτῶν λύσεων ὅσο και τά βήματα μέ τά ὁποῖα φτάνουμε σ' αὐτές. Τό νά βρεῖς τή λύση ἑνός «puzzle», λ.χ., δέν ἰσοδυναμεῖ ἀπλῶς μέ «τό νά σχηματίσεις μιá εἰκόνα». "Ένα παιδί ή ένας μοντέρνος καλλιτέχνης θά μπορούσε νά σχηματίσει μιá εἰκόνα σκορπίζοντας τά κομματάκια τοῦ παιχνιδιοῦ, ὡς ἀφηρημένα σχήματα πάνω σέ κάποια οὐδέτερη ἐπιφάνεια. Ἡ εἰκόνα πού θά σχηματιζόταν μπορεῖ νά ἦταν πολύ καλύτερη, και θά ἦταν σίγουρα πολύ πιό πρωτότυπη, ἀπό τήν εἰκόνα πού ἀναπαριστᾷ τό «puzzle». Καί ὅμως, μιá τέτοια εἰκόνα δέ θά ἀποτελοῦσε λύση. Γιά νά βρεῖς τή λύση θά πρέπει νά χρησιμοποιήσεις ὅλα τά κομματάκια, οἱ ἐπίπεδες πλευρές τους θά πρέπει νά βλέπουν πρός τά κάτω και θά πρέπει νά συνδεθοῦν μεταξύ τους χωρίς ἰδιαίτερη πίεση, μέχρις ὅτου κλείσουν ὅλα τά κενά διαστήματα. Αὐτοί εἶναι μερικοί απ' τούς κανόνες πού διέπουν τίς λύσεις τῶν «puzzles». Μποροῦμε εὐκολα νά διατυπώσουμε παρόμοιους περιορισμούς στίς δυνατές λύσεις τῶν σταυρόλεξων, τῶν αἰνιγμάτων, τῶν σκακιστικῶν προβλημάτων κ.ο.κ.

"Αν δεχτοῦμε μιá αρκετά διευρυμένη χρήση τοῦ ὄρου «κανόνας» — πού θά κάλυπτε περιστασιακά, λ.χ. τήν «καθιερωμένη ἄποψη» ή τήν «προκατάληψη» — τότε μποροῦμε νά ποῦμε ὅτι τά προβλήματα, πού γίνονται ἀποδεκτά στά πλαίσια μιᾶς δεδομένης ἐρευνητικῆς παράδοσης, ἔχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά μέ τούς γρίφους. Ὁ ἐρευνητής, πού κατασκευάζει ένα ὄργανο γιά νά καθορίσει τά μήκη τῶν ὀπτικῶν κυμάτων, δέ θά ἰκανοποιηθεῖ ἂν φτάσει σέ μιá πειραματική συσκευή πού ἀποδίδει ἀπλῶς ἀριθμούς σέ συγκεκριμένες φασματικές γραμμές. Δέν

άρκείται στό ρόλο απλώς του διερευνητή ή του μετρητή. 'Αντίθετα, θά πρέπει νά δείξει, αναλύοντας τά πειράματά του μέ τή βοήθεια τής καθιερωμένης όπτικῆς θεωρίας, ότι οί αριθμοί πού παράγει ή συσκευή του είναι αὐτοί πού αντίστοιχοῦν, σύμφωνα μέ τή θεωρία, σέ μήκη κύματος. "Αν παραμένουν κάποιες άοριστίες στή θεωρία ή κάποιες άδυναμίες άνάλυσης στή συσκευή του καί τόν έμποδίζουν νά ολοκληρώσει τήν άπόδειξή του, τότε μπορεί οί συνάδελφοί του νά συμπεράνουν ότι δέν κατάφερε νά μετρήσει άπολύτως τίποτε. Τό maximum τής διασποράς ήλεκτρονίων, π.χ. πού άργότερα άναγνωρίστηκε ως ένδειξη του μήκους κύματος του ήλεκτρονίου, όταν παρατηρήθηκε καί καταγράφηκε γιά πρώτη φορά δέ θεωρήθηκε ότι έχει κάποια έμφανή σημασία. Προτού γίνει μονάδα μετρήσεως κάποιου φαινομένου, χρειάστηκε νά συνδεθί μέ μιά θεωρία πού προέβλεπε ότι ή ύλη σέ κίνηση είναι δυνατό νά έχει όρισμένα χαρακτηριστικά κύματος. 'Αλλά άκόμη καί μετά τήν ύπόδειξη αὐτῆς τῆς σχέσης, ή συσκευή χρειάστηκε νά ξανασχεδιαστεί μέ τέτοιο τρόπο ώστε τά πειραματικά άποτελέσματα νά μποροῦν νά συσχετίζονται άμεσα μέ τή θεωρία³. Μέχρι νά ικανοποιηθοῦν αὐτές οί συνθήκες, κανένα πρόβλημα δέν είχε λυθεί.

Παρόμοια είδη περιορισμῶν δεσμεύουν τίς άποδεκτές λύσεις σέ θεωρητικά προβλήματα. Σ' όλη τή διάρκεια του 18ου αϊ., όσοι έπιστήμονες προσπαθοῦσαν νά συμβιβάσουν τήν παρατηρούμενη κίνηση τῆς σελήνης μέ τούς νόμους του Newton γιά τήν κίνηση καί τή βαρύτητα, συνεχῶς άποτύγχαναν. Τό άποτέλεσμα ήταν ότι όρισμένοι άπ' αὐτούς πρότειναν νά άντικατασταθεί ό νόμος του άντίστροφου τετραγώνου μέ κάποιο νόμο πού νά επιτρέπει άποκλίσεις, όταν εφαρμόζεται γιά μικρές άποστάσεις. 'Ωστόσο, γιά νά γίνει κάτι τέτοιο, θά έπρεπε νά αλλάξουμε τό Παράδειγμα, νά όρίσουμε ένα νέο γρίφο καί όχι νά επιλύσουμε απλώς τόν παλιό. Στή συγκεκριμένη περίπτωση, οί έπιστήμονες διατήρησαν τούς κανόνες του Newton, έως ότου τό 1750, κάποιος άνακάλυψε μέ ποιο τρόπο μποροῦσαν νά εφαρμοστοῦν μέ επιτυχία⁴. Μόνο μιά άλλαγή στους κανόνες του παιχνιδιοῦ θά μποροῦσε νά προσφέρει μιά έναλλακτική λύση.

'Η μελέτη τῶν φυσιολογικῶν έπιστημονικῶν παραδόσεων

3. Γιά μιά σύντομη περιγραφή τῆς πορείας αὐτῶν τῶν πειραμάτων, δές σ. 4 του C.J. Davisson, *Les prix Nobel en 1937* (Stockholm, 1938).

4. W. Whewell, *History of the Inductive Sciences* (άν. έκδ., London, 1847), II, σ. 101-5, 220-22.

ἀποκαλύπτει καί πολλούς ἄλλους κανόνες, πού μᾶς προσφέρουν ἀρκετές πληροφορίες γιά τίς ὑποχρεώσεις πού ἀναλαμβάνουν οἱ ἐπιστήμονες ἀπέναντι στά Παραδείγματα τους. Ποιές ὅμως εἶναι οἱ κυριότερες κατηγορίες στίς ὁποῖες ἐμπίπτουν αὐτοί οἱ κανόνες;⁵ Ἡ πῶς προφανής καί ἴσως ἡ πῶς δεσμευτική φανερώνεται ἀπ' τίς γενικεύσεις, στίς ὁποῖες τώρα μόλις ἀναφερθήκαμε· εἶναι οἱ ρητές διατυπώσεις ἐπιστημονικῶν νόμων καί οἱ διατυπώσεις πάνω σέ ἔννοιες καί θεωρίες. Ὅσον καιρό συνεχίζουν νά διατηροῦν τό κύρος τους, οἱ διατυπώσεις αὐτές βοηθοῦν στή διαμόρφωση τῶν γρίφων καί στόν περιορισμό τῶν ἀποδεκτῶν λύσεων. Οἱ Νόμοι τοῦ Newton, λ.χ., ἐκπληροῦσαν τέτοιες λειτουργίες, στή διάρκεια τοῦ 18ου καί τοῦ 19ου αἰ. Ὅσον καιρό γινόταν αὐτό, ἡ ποσότητα-ὑλῆς ἦταν μιᾶ θεμελιώδης ὄντολογική κατηγορία γιά τούς φυσικούς ἐπιστήμονες καί οἱ δυνάμεις πού ἀσκοῦνται ἀνάμεσα σέ τεμάχια ὑλῆς ἀποτελοῦσαν ἕναν κυρίαρχο τομέα γιά τήν ἔρευνα⁶. Στή χημεία, οἱ νόμοι τῶν σταθερῶν καί καθορισμένων ἀναλογιῶν διατηροῦσαν, γιά πολύ καιρό, μιᾶ ἀκριβῶς ἴδια δύναμη — ἔθεταν τό πρόβλημα τῶν ἀτομικῶν βαρῶν, ὀριοθετοῦσαν τά ἀποδεκτά ἀποτελέσματα τῶν χημικῶν ἀναλύσεων καί πληροφοροῦσαν τούς χημικούς τί εἶναι τά ἄτομα, τά μόρια, οἱ χημικές ἐνώσεις καί τά μίγματα⁷. Οἱ ἐξισώσεις τοῦ Maxwell καί οἱ νόμοι τῆς στατιστικῆς θερμοδυναμικῆς ἔχουν τό ἴδιο κύρος καί τήν ἴδια λειτουργία σήμερα.

Ἡ ἱστορική ἔρευνα, ὥστόσο, ἀποκαλύπτει καί ἄλλου εἴδους κανόνες καί μάλιστα πῶς ἐνδιαφέροντες. Ἐκτός ἀπό τούς νόμους καί τίς θεωρίες, σ' ἕνα κατώτερο ἢ πῶς συγκεκριμένο ἐπίπεδο, ὑπάρχει, λ.χ. μιᾶ πληθώρα δεσμεύσεων τόσο γιά τούς τύπους ὀργάνων, πού πρέπει νά προτιμηθοῦν, ὅσο καί γιά τούς ἔγκυρους τρόπους, μέ τούς ὁποίους πρέπει νά χρησιμοποιηθοῦν τά ἀποδεκτά ὄργανα. Ἡ ἀλλαγὴ στάσης ἀπέναντι στό ρόλο πού διαδραματίζει ἡ φωτιά στίς χημικές ἀναλύσεις, ἐπηρεάσε ζωτικά

5. Αὐτή τήν ἐρώτηση τήν ὀφείλω στόν W.O. Hagstrom, πού ἡ δουλειά του στήν κοινωνιολογία τῆς ἐπιστήμης ἔχει μερικές φορές κοινά σημεῖα μέ τή δική μου.

6. Γι' αὐτές τίς πλευρές, δές I.B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof* (Philadelphia, 1956), κεφ. vii, σ. 255-57, 275-77.

7. Αὐτό τό παράδειγμα σχολιάζεται σέ μεγάλη ἔκταση κοντά στό τέλος τοῦ κεφ. X.

τήν ανάπτυξη τῆς χημείας στό 17ο αἰ.⁸. Ὁ Helmholtz πάλι, στό 19ο αἰ., συνάντησε ἰσχυρή ἀντίδραση ἀπ' τοὺς φυσιολόγους, ὅταν διατύπωσε τήν ἄποψη ὅτι ὁ φυσικός πειραματισμός θά μπορούσε νά χρησιμοποιηθεῖ δημιουργικά στόν κλάδο τους⁹. Καί στόν αἰώνα μας, ἡ περίεργη ἱστορία τῆς χημικῆς χρωματογραφίας προσφέρει μιᾶ ἀκόμη διαφωτιστική περίπτωση τῆς δύναμης τῶν πειραματικῶν δεσμεύσεων πού, ὅπως καί οἱ νόμοι ἢ οἱ θεωρίες, προσφέρουν στοὺς ἐπιστήμονες κανόνες τοῦ παιχνιδιοῦ¹⁰. Ὅταν θά ἀναλύσουμε τήν ἀνακάλυψη τῶν ἀκτίνων X, θά ἐντοπίσουμε αἰτίες γιά δεσμεύσεις τέτοιου εἴδους.

Ἡ ἱστορική μελέτη ἀποκαλύπτει καί τή συστηματική παρουσία ὑψηλότερου ἐπιπέδου, σχεδόν μεταφυσικῶν δεσμεύσεων, πού, χωρίς νά ἀποτελοῦν ἀμετάβλητα χαρακτηριστικά τῆς ἐπιστήμης, ἐξαρτῶνται λιγότερο ἀπό τοπικούς καί χρονικούς παράγοντες¹¹. Μετά τό 1630, λ.χ., καί εἰδικότερα μετά τήν ἐμφάνιση τῶν ἐπιστημονικῶν γραπτῶν τοῦ Descartes πού ἄσκησαν μιᾶ τεράστια ἐπίδραση, οἱ περισσότεροι ἐπιστήμονες ὑπέθεταν ὅτι τό σύμπαν συντίθεται ἀπό μικροσκοπικά σωματίδια καί ὅτι ὅλα τά φυσικά φαινόμενα θά μπορούσαν νά ἐξηγηθοῦν μέ ὄρους σχήματος, μεγέθους, κίνησης καί ἀλληλεπίδρασης τῶν σωματιδίων. Αὐτό τό πλέγμα τῶν δεσμεύσεων ἀποδείχτηκε ταυτόχρονα καί μεταφυσικό καί μεθοδολογικό. Μεταφυσικό, γιατί πληροφοροῦσε τοὺς ἐπιστήμονες γιά τό τί εἶδους ὄντότητες περιεῖχε τό σύμπαν καί τί δέν περιεῖχε: δέν ὑπῆρχε παρά μορφοποιημένη ὕλη σέ κίνηση. Μεθοδολογικό, γιατί ἔδειχνε στοὺς ἐπιστήμονες τί μορφή θά ἔπρεπε νά πάρουν οἱ τελικοί φυσικοί νόμοι καί οἱ θεμελιώδεις ἐξηγήσεις: οἱ νόμοι θά ἔπρεπε νά προσδιορίσουν τήν κίνηση καί τήν ἀλληλεπίδραση τῶν σωματιδίων καί ἡ ἐξήγηση θά ἔπρεπε νά ἀνάγει κάθε φυσικό φαινόμενο στή δρᾶση τῶν σωματιδίων πού διέπονται ἀπ' αὐτοὺς τοὺς νόμους. Ἀκόμη πῶς σπουδαῖο ἦταν τό γεγονός ὅτι ἡ σωματιδιακή ἀντίληψη τοῦ σύμπαντος ἔδειχνε στοὺς ἐπιστήμονες πῶς θά ἦταν τά περισσότερα ἀπό τά ἐρευνητικά τους προβλήματα.

8. H. Metzger, *Les doctrines chimiques en France du début du XVII^e siècle à la fin du XVIII^e siècle* (Paris, 1923), σ. 359-61; Marie Boas, *Robert Boyle and Seventeenth-Century Chemistry* (Cambridge, 1958), σ. 112-15.

9. Leo Königsberger, *Herman von Helmholtz*, μετ. Francis A. Welby (Oxford, 1906), σ. 65-66.

10. James E. Meinhard, «Chromatography: A Perspective», *Science*, CX (1949), σ. 387-92.

11. [Ὁ ὄρος «μεταφυσικός» δέ χρησιμοποιεῖται ἐδῶ ὑποτιμητικά. Μᾶλλον πλησιάζει στό «ὄντολογικός»] σ.τ.ε.

Ἔτσι, ἓνας χημικός πού, ὅπως ὁ Boyle, υἱοθέτησε τή νέα φιλοσοφία, ἔδωσε ἰδιαίτερη προσοχή στίς ἀντιδράσεις πού θά μπορούσαν νά θεωρηθοῦν ὡς μεταστοιχειώσεις· ὁ λόγος ἦταν ὅτι αὐτές ἀποκάλυπταν ξεκάθαρα τή διαδικασία τῆς σωματιδιακῆς ἀνακατανομῆς πού θά ἔπρεπε νά στηρίζει κάθε χημική ἀλλαγῆ¹². Παρόμοιες συνέπειες τῆς σωματιδιακῆς ἀντίληψης μποροῦν νά παρατηρηθοῦν στή μηχανική, τήν ὀπτική καί τή θερμότητα.

Τέλος, σ' ἓνα ἀκόμη ὑψηλότερο ἐπίπεδο, ὑπάρχει μιᾶ ἄλλη ὁμάδα δεσμεύσεων, χωρίς τήν ὁποία δέν μπορεῖ κανεῖς νά χαρακτηριστεῖ ἐπιστήμονας. Ὁ ἐπιστήμονας πρέπει, π.χ. νά προσπαθεῖ νά καταλάβει τόν κόσμο καί νά ἐπεκτείνει τήν ἀκρίβεια καί τό φάσμα πού χαρακτηρίζουν τήν τάξη τοῦ σύμπαντος. Αὐτή ἡ δέσμευση πρέπει, μέ τή σειρά της, νά τόν ὀδηγεῖ νά διερευνᾷ ἐξονυχιστικά, μόνος του ἢ μέσα ἀπ' τή δουλειά τῶν συναδέλφων του, κάποια πλευρά τῆς φύσης φτάνοντας μέχρι τήν τελευταία ἐμπειρική λεπτομέρεια. Καί ἄν αὐτή ἡ ἐξονυχιστική μελέτη ἀποκαλύπτει κάποιες ἐστίες φαινομενικῆς ἀταξίας, τότε αὐτό τό γεγονός πρέπει νά τόν προκαλεῖ νά φτάσει σέ μεγαλύτερη ἐκλέπτυνση τῶν παρατηρησιακῶν τεχνικῶν του καί σέ νέα διάρθρωση τῶν θεωριῶν του. Χωρίς ἀμφιβολία, ὑπάρχουν κι ἄλλοι παρόμοιοι κανόνες πού εἶχαν πάντοτε ἰσχῦ πάνω στούς ἐπιστήμονες.

Ἡ ὑπαρξη αὐτοῦ τοῦ πυκνοῦ δίκτυου δεσμεύσεων — ἐννοιολογικῶν, θεωρητικῶν, πειραματικῶν καί μεθοδολογικῶν — εἶναι ἡ κύρια πηγή τῆς μεταφορᾶς πού συνδέει φυσιολογική ἐπιστήμη καί ἐπίλυση γρίφων· προμηθεύει κανόνες πού δείχνουν στόν ἐρευνητή μιᾶς ὄριμης εἰδικότητας πῶς εἶναι ὁ κόσμος καί ἡ ἐπιστήμη του καί, κατά συνέπεια, τόν διευκολύνει νά συγκεντρωθεῖ μέ σιγουριά στά ἐσωτερικά προβλήματα, πού τοῦ καθορίζουν αὐτοί οἱ κανόνες καί ἡ ὑπάρχουσα γνώση. Αὐτό πού τόν παρακινεῖ προσωπικά εἶναι τό πῶς νά δώσει μιᾶ λύση στούς ὑπόλοιπους γρίφους. Ἀπ' αὐτή λοιπόν τήν πλευρά, μιᾶ διερεύνηση τῶν γρίφων καί τῶν κανόνων διαφωτίζει τή φύση τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστημονικῆς πρακτικῆς. Ὅμως, ἀπό κάποια ἄλλη πλευρά, αὐτός ὁ διαφωτισμός μπορεῖ νά εἶναι σημαντικά παραπλανητικός. Ἄν καί προφανῶς ὑπάρχουν κανόνες πού δεσμεύουν ὄλους τούς ἐρευνητές μιᾶς ἐπιστημονικῆς εἰδικότητας σέ μιᾶ δεδομένη χρονική πε-

12. Γιά τή σωματιδιακή θέση γενικά, δές Marie Boas «The Establishment of the Mechanical Philosophy», *Osiris*, X (1952), σ. 412-541. Γιά τίς ἐπιδράσεις της πάνω στόν Boyle καί τή χημεία του, δές T.S. Kuhn «Robert Boyle and Structural Chemistry in the Seventeenth Century», *Isis*, XLIII (1952), σ. 12-36.

ρίοδο, αυτοί οι κανόνες δέν μπορούν, μόνοι τους, νά προσδιορίσουν τήν όλότητα τῶν κοινῶν χαρακτηριστικῶν τῆς πρακτικῆς αὐτῶν τῶν ειδικῶν. Ἡ φυσιολογική ἐπιστήμη εἶναι μιά αὐστηρά προσδιορισμένη δραστηριότητα, ἀλλά δέν εἶναι ἀναγκαστικό νά προσδιορίζεται ὀλοκληρωτικά ἀπό κανόνες. Γι' αὐτό ἀκριβῶς τό λόγο, στήν ἀρχή αὐτοῦ τοῦ βιβλίου, εἰσήγαγα τά κοινά Παραδείγματα ὡς θεμέλιο τῆς συνοχῆς τῶν φυσιολογικῶν ἐρευνητικῶν παραδόσεων, καί ὄχι τούς κοινούς κανόνες, τίς ὑποθέσεις ἤ τίς ἀπόψεις. Οἱ κανόνες θεωρῶ ὅτι προέρχονται ἀπό τά Παραδείγματα, τά Παραδείγματα, ὅμως, μπορούν νά καθοδηγήσουν τήν ἔρευνα ἀκόμη καί χωρίς τούς κανόνες.

V. Ἡ προτεραιότητα τῶν Παραδειγμάτων

Γιὰ νά ἀνακαλύψουμε τή σχέση ἀνάμεσα σέ κανόνες, Παραδείγματα καί φυσιολογική ἐπιστήμη, θά δοῦμε πρῶτα μέ ποιό τρόπο ὁ ἱστορικός ἀπομονώνει τίς εἰδικές μορφές δεσμεύσεων, πού μόλις ἔχουν περιγραφεῖ ὡς ἀποδεκτοί κανόνες. Ἡ προσεκτική ἱστορική διερεύνηση μιᾶς δεδομένης εἰδικότητας, στή διάρκεια μιᾶς ὀρισμένης χρονικῆς περιόδου, ἀποκαλύπτει ἕνα σύνολο ἀπό ἐπαναλαμβανόμενες, σχεδόν τυπικές διατυπώσεις ὀρισμένων θεωριῶν, καί τῶν ἐφαρμογῶν τους στό πεδίο τῶν ἐννοιῶν, τῶν παρατηρήσεων καί τῶν ὀργάνων. Πρόκειται γιά τά Παραδείγματα τῆς κοινότητας, πού προκύπτουν ἀπό τά ἐγχειρίδια, τίς παραδόσεις καί τίς ἐργαστηριακές τῆς ἀσκήσεις. Μελετώντας τα καί ἐξασκούμενοι μ' αὐτά, τά μέλη τῆς ἀνάλογης κοινότητας μαθαίνουν τή δουλειά τους. Ὁ ἱστορικός, βέβαια, θά ἀνακαλύψει ἐπιπλέον μιᾶ θολή περιοχή πού καταλαμβάνεται ἀπό ἐπιτεύξεις ἀμφίβολου ἀκόμη ἐπιπέδου, ὥστόσο ὁ πυρήνας τῶν λυμένων προβλημάτων καί τεχνικῶν συνήθως παρουσιάζεται ξεκάθαρος. Παρά τίς περιστασιακές ἀσάφειες, τά Παραδείγματα τῆς ὄριμης ἐπιστημονικῆς κοινότητας μποροῦν νά προσδιοριστοῦν μέ σχετική εὐκολία.

Ὁ προσδιορισμός τῶν κοινῶν Παραδειγμάτων δέν ταυτίζεται, ὥστόσο, μέ τόν προσδιορισμό τῶν κοινῶν κανόνων. Αὐτό ἀπαιτεῖ ἕνα δεῦτερο καί ἀρκετά διαφορετικό βῆμα. Ὄταν τό ἐπιχειρεῖ, ὁ ἱστορικός θά πρέπει νά συγκρίνει τά Παραδείγματα τῆς κοινότητας μεταξύ τους καθώς καί μέ τίς τρέχουσες ἐρευνητικές ἐφαρμογές. Ὁ σκοπός του εἶναι νά ἀνακαλύψει, μ' αὐτόν τόν τρόπο, τί εἶδους ἀνιχνεύσιμα στοιχεῖα, ἔκδηλα ἢ ὑπονοούμενα μπορεῖ νά ἔχουν ἀντλήσει τά μέλη τῆς κοινότητας ἀπό τά πιό σφαιρικά τους Παραδείγματα καί νά τά ἔχουν χρησιμοποιήσει ὡς κανόνες στήν ἐρευνά τους. Ὅποιος ἔχει ἀποπειραθεῖ νά περιγράψει ἢ νά ἀναλύ-

σει τήν εξέλιξη μιᾶς συγκεκριμένης ἐπιστημονικῆς παράδοσης θά πρέπει ὡπωςδῆποτε νά ἔχει ἀναζητήσει τέτοιες ἀποδεκτές ἀρχές καί κανόνες. Καί σχεδόν σίγουρα — ὅπως δείχνει τό προηγούμενο κεφάλαιο — θά τό ἔχει ἐπιτύχει, τουλάχιστο ὡς ἓνα βαθμό. "Ἄν, ὅμως, εἶχε τήν ἴδια περίπου ἐμπειρία μέ μένα, θά ἀναγνωρίσει ὅτι ἡ ἀναζήτηση κανόνων εἶναι καί πιό δύσκολη καί λιγότερο ἱκανοποιητική ἀπό τήν ἀναζήτηση Παραδειγμάτων. Ὅρισμένες γενικεύσεις πού χρησιμοποιεῖ γιά νά περιγράψει τίς κοινές πεποιθήσεις τῆς κοινότητος δέν παρουσιάζουν κανένα πρόβλημα. Κάποιες ἄλλες ὅμως, ὅπως ὀρισμένες ἀπό αὐτές πού χρησιμοποιήσαμε ἤδη ὡς ὑποδείγματα, θά φανοῦν ἐλαφρῶς ὑπερβολικές. "Ἄν διατυπωθοῦν μ' αὐτόν ἀκριβῶς τόν τρόπο ἤ μέ ὁποιοδήποτε ἄλλο δυνατό τρόπο, θά ἀπορριφθοῦν σχεδόν σίγουρα ἀπό ὀρισμένα μέλη τῆς ὁμάδας πού ἐξετάζεται. Καί ὅμως, ἂν θέλουμε νά κατανοήσουμε τή συνοχή τῆς ἐρευνητικῆς παράδοσης, μέ βάση τούς κανόνες, μᾶς εἶναι ἀπαραίτητος κάποιος προσδιορισμός κοινῶν σημείων στή μελετούμενη περιοχή. Τό ἀποτέλεσμα εἶναι ἡ ἀναζήτηση ἑνός συνόλου κανόνων ἱκανοῦ νά καθορίσει πλήρως μιᾶ δεδομένη ἐρευνητική παράδοση καταλήγει πάντοτε σέ πλήρη ἀποτυχία.

Ἡ ἀναγνώριση, ὡστόσο, αὐτῆς τῆς ἀποτυχίας, μπορεῖ νά ὀδηγήσει στή διάγνωση τῆς πηγῆς της. Οἱ ἐπιστήμονες μποροῦν νά συμφωνοῦν στό ὅτι ὁ Newton, ὁ Lavoisier, ὁ Maxwell ἢ ὁ Einstein πέτυχαν μιᾶ σχετικά μόνιμη λύση σέ μιᾶ ὁμάδα σημαντικῶν προβλημάτων, καί ταυτόχρονα νά διαφωνοῦν, πολλές φορές χωρίς πλήρη ἐπίγνωση τοῦ γεγονότος, στόν προσδιορισμό τῶν εἰδικῶν ἀφηρημένων χαρακτηριστικῶν πού κατέστησαν μόνιμες αὐτές τίς λύσεις. Μέ ἄλλα λόγια, μποροῦν νά συμφωνοῦν στή *διάγνωση* ἑνός Παραδείγματος, χωρίς νά συμφωνοῦν ἢ χωρίς κᾶν νά ἀποπειρῶνται νά φτάσουν σέ μιᾶ πλήρη *ἐρμηνεία* ἢ *λογική ἀνασυγκρότηση* τοῦ Παραδείγματος αὐτοῦ. Ἡ ἔλλειψη μιᾶς ὑποδειγματικῆς ἐρμηνείας ἢ μιᾶς καθολικῆς ἀποδεκτῆς ἀναγωγῆς σέ κανόνες δέν ἐμποδίζει τήν καθοδήγηση τῆς ἔρευνας ἀπό κάποιο Παράδειγμα. Ἡ ἄμεση ἐπισκόπηση τῶν Παραδειγμάτων μπορεῖ, ὡς ἓνα βαθμό, νά ὀδηγήσει στόν προσδιορισμό τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης· ἡ διαδικασία αὐτή συχνά διευκολύνεται, ἀλλά δέν ἐξαρτᾶται ἀπό τήν ξεκάθαρη διατύπωση κανόνων καί ὑποθέσεων. Πραγματικά, ἡ ὑπαρξη ἑνός Παραδείγματος οὔτε κᾶν προϋποθέτει ὅτι ὑπάρχει ἓνα πλήρες σύνολο κανόνων¹.

1. Ὁ Michael Polanyi ἔχει ἀναπτύξει μέ ἐξαιρετο τρόπο ἓνα παρόμοιο θέμα,

Ἡ πρώτη συνέπεια αὐτῶν τῶν ἰσχυρισμῶν εἶναι ὅτι, μοιραῖα, ἀνακύπτουν προβλήματα. Ἄν λείπει ἓνα ἱκανοποιητικό σύνολο κανόνων, τότε τί εἶναι αὐτό πού περιορίζει τόν ἐπιστήμονα σέ μιὰ συγκεκριμένη φυσιολογική ἐπιστημονική παράδοση; Τί μπορεῖ νά σημαίνει ἡ ἔκφραση «ἄμεση ἐπισκόπηση τῶν Παραδειγματῶν»; Μερικές ἀπαντήσεις σέ τέτοιου εἴδους ἐρωτήματα ἔδωσε τό ὕστερο ἔργο τοῦ Ludwig Wittgenstein², ἀναφερόμενο, βέβαια, σέ ἓνα πολύ διαφορετικό πλαίσιο. Ἐπειδή τό πλαίσιο αὐτό εἶναι πίο στοιχειῶδες καί πίο οἰκείο, θά μᾶς διευκολύνει, ἂν ἀρχίσουμε ἀπό αὐτήν τή μορφή ἐπιχειρήματος. Τί πρέπει νά ξέρουμε, ρωτᾶει ὁ Wittgenstein, προκειμένου νά χρησιμοποιήσουμε ὄρους ὅπως «καρέκλα» ἢ «φύλλο» ἢ «παιχνίδι», μέ τέτοιο τρόπο, πού νά μήν ἀφήνει περιθώριο ἀσάφειας ἢ περαιτέρω συζήτησης³;

Τό ἐρώτημα αὐτό εἶναι πολύ παλιό καί ἡ ἀπάντηση πού γενικά τοῦ ἔχει δοθεῖ εἶναι ὅτι πρέπει νά γνωρίζουμε συνειδητά ἢ διαισθητικά τί εἶναι μιὰ καρέκλα, ἓνα φύλλο ἢ ἓνα παιχνίδι. Θά πρέπει, μ' ἄλλα λόγια, νά συλλάβουμε ἓνα σύνολο ἰδιοτήτων, πού νά εἶναι κοινές σέ ὄλα τά παιχνίδια καί μόνο σ' αὐτά. Ὁ Wittgenstein, ὡστόσο, θεωρώντας τόν τρόπο μέ τόν ὁποῖο χρησιμοποιοῦμε τή γλώσσα καί τό εἶδος τοῦ σύμπαντος στό ὁποῖο τήν ἐφαρμόζουμε, συνεπέρανε ὅτι δέν ὑπάρχει κατ' ἀνάγκη ἓνα τέτοιο σύνολο χαρακτηριστικῶν. Ἡ ἐξέταση βέβαια ὀρισμένων ἀπό τίς κοινές ἰδιότητες ἑνός ἀριθμοῦ παιχνιδιῶν, καρεκλῶν ἢ φύλλων μᾶς βοηθᾷ νά μάθουμε νά χρησιμοποιοῦμε τόν ἀνάλογο ὄρο, δέν ὑπάρχει, ὅμως, κανένα σύνολο χαρακτηριστικῶν πού νά ἀντιστοιχεῖ ταυτόχρονα σ' ὄλα τά μέλη μιᾶς κλάσης καί μόνο σ' αὐτά. Ἀντίθετα, χρησιμοποιοῦμε τόν ὄρο «παιχνίδι», ὅταν βρισκόμαστε ἀπέναντι σέ μιὰ δραστηριότητα πού παρατηροῦμε γιά πρώτη

ἰσχυριζόμενος πῶς ἓνα μεγάλο μέρος τῆς ἐπιτυχίας τοῦ ἐπιστήμονα ἐξαρτᾶται ἀπό τή «σιωπηρή γνώση», δηλ. ἀπό τή γνώση πού ἀποκτᾶται μέσα ἀπό τήν πρακτική καί πού δέν μπορεῖ νά συγκροτηθεῖ ρητά. Δές τό βιβλίο του *Personal Knowledge* (Chicago, 1958), κεφ. ν καί vi.

2. [Ὁ ὄρος ὕστερο ἔργο τοῦ Wittgenstein ἔχει καθιερωθεῖ γιά τίς *Φιλοσοφικές Ἔρευνες* (1953). Τονίζεται ἔτσι ἡ ἀντίθεση μέ τό νεανικό του ἔργο, τό *Tractatus* (1918), ὅπου ἀναπτύσσεται μιὰ ἐντελῶς διαφορετική φιλοσοφία] σ.τ.έ.

3. Ludwig Wittgenstein, *Philosophical Investigations*, μετ. G.E.M. Anscombe (New York, 1953), σ. 31-36. Ὁ Wittgenstein ὅμως δέ λείπει τίποτα σχεδόν γύρω ἀπό τό εἶδος τοῦ κόσμου πού χρειάζεται γιά νά στηριχθεῖ ἡ διαδικασία ὀνομασίας πού περιγράφει. Μέρος λοιπόν τῆς θέσης πού ἀκολουθεῖ δέν μπορεῖ νά ἀποδοθεῖ σ' αὐτόν. [ἔλ. ἔκδ., *Φιλοσοφικές Ἔρευνες*, Παπαζήσης, 1977, μετ. Π. Χριστοδουλίδης].

φορά, γιατί αυτό που βλέπουμε βρίσκεται σέ μία στενή «ομοιότητα μορφής» μέ ένα πλήθος δραστηριοτήτων που στό παρελθόν μάθαμε νά αποκαλούμε μ' αυτό τό όνομα. Γιά τόν Wittgenstein, τελικά, τά παιχνίδια, οί καρέκλες καί τά φύλλα είναι φυσικές οικογένειες, οί όποίες αποτελούνται από ένα πλέγμα όμοιοτήτων, που άλληλοκαλύπτονται καί διασταυρώνονται. 'Η ύπαρξη ενός τέτοιου πλέγματος έξηγεί έπαρκώς τήν ικανότητά μας νά άναγνωρίζουμε τό σχετικό άντικείμενο ή τή σχετική δραστηριότητα. Μόνο στήν περίπτωση που οί οικογένειες που όνομάσαμε άλληλοκαλύπτονταν καί βαθμιαία άπορροφούνταν ή μία μέσα στήν άλλη — δηλαδή, μόνο στήν περίπτωση που δέν υπάρχουν φυσικές οικογένειες — ή ικανότητά μας νά άναγνωρίζουμε καί νά όνομάζουμε θά συνηγορούσε γιά ένα σύνολο κοινών χαρακτηριστικών, που θά άντιστοιχοϋσε σέ καθένα από τά χρησιμοποιούμενα όνόματα κλάσεων.

Κάτι παρόμοιο μπορεί θαυμάσια νά ύποστηριχτεί γιά τά διάφορα έρευνητικά προβλήματα καί τίς τεχνικές που άνακύπτουν στά πλαίσια μιās μοναδικής φυσιολογικής έπιστημονικής παράδοσης. Αυτό που έχουν κοινό δέν είναι τό ότι ικανοποιούν κάποιο σαφές ή έστω κάποιο πλήρως προσδιορίσιμο σύνολο κανόνων καί ύποθέσεων, που προσδίδει στήν παράδοση τό χαρακτήρα της καί τήν έπιβολή της πάνω στους έπιστήμονες. 'Αντίθετα, μπορούν νά συνδέονται, μέσω μιās σχέσης όμοιότητας ή δείγματος μοντέλου, μέ κάποια πλευρά του σώματος τής έπιστήμης, που έχει ήδη άναγνωριστεί από τήν άνάλογη κοινότητα ως καθιερωμένο έπίτευγμα. Οί έπιστήμονες εργάζονται μέ τή βοήθεια μοντέλων, που τους παρέχει ή εκπαίδευσή τους καί τά βιβλία που διαβάζουν στή συνέχεια, χωρίς συχνά νά γνωρίζουν ή νά πρέπει νά γνωρίσουν ποιά χαρακτηριστικά έχουν προσδώσει σ' αυτά τά μοντέλα χαρακτήρα Παραδείγματος γιά τήν κοινότητα. Καί άκριβώς επειδή λειτουργούν μ' αυτόν τόν τρόπο, δέν έχουν ανάγκη από κανένα πλήρες σύνολο κανόνων. Μάλιστα, ή συνοχή που παρουσιάζει ή έρευνητική παράδοση στήν όποία συμμετέχουν μπορεί νά μήν προϋποθέτει καν τήν ύπαρξη ενός ύποκείμενου στρώματος κανόνων καί ύποθέσεων, που θά έπρεπε νά αποκαλύψει ή περαιτέρω ιστορική ή φιλοσοφική διερεύνηση. Τό γεγονός ότι οί έπιστήμονες δέ ρωτούν ούτε διαφωνούν συνήθως πάνω στό τί είναι αυτό που κάνει έγκυρο ένα ειδικό πρόβλημα ή μία λύση, μάς δημιουργεί τόν πειρασμό νά ύποθέσουμε ότι, τουλάχιστο διαισθητικά, γνωρίζουν τήν άπάντηση. "Όμως κάτι τέτοιο μπορεί άπλως

νά δείχνει ότι θεωρούν άσχετη προς τήν έρευνά τους και τήν έρώτηση και τήν άπάντηση αυτή. Τά Παραδείγματα μπορούν κάλλιστα και νά προηγούνται και νά είναι πιό δεσμευτικά και πιό πλήρη από κάθε σύνολο κανόνων για τήν έρευνα, πού είναι δυνατό νά έξαχθει μέ σαφήνεια από αυτά.

Μέχρι τώρα, τό πρόβλημα έξετάστηκε έντελώς θεωρητικά: τά Παραδείγματα *θά μπορούσαν* νά καθορίζουν τή φυσιολογική έπιστήμη χωρίς τήν παρεμβολή προσδιορίσιμων κανόνων. Θά προσπαθήσω τώρα νά αυξήσω και τή σαφήνεια και τήν έπιτακτικότητα αυτής τής θέσης, ύποδεικνύοντας μερικούς άπ' τούς λόγους για τούς όποιους πιστεύουμε ότι τά Παραδείγματα όντως ένεργούν μ' αυτόν τόν τρόπο. 'Ο πρώτος, πού ήδη συζητήθηκε έπαρκώς, είναι ή μεγάλη δυσκολία μας νά άνακαλύψουμε τούς κανόνες πού καθοδήγησαν συγκεκριμένες φυσιολογικές έπιστημονικές παραδόσεις. Αυτή ή δυσκολία είναι σχεδόν ή ίδια μέ αυτή πού συναντά ό φιλόσοφος, όταν προσπαθεί νά πει τί κοινό έχουν όλα τά παιχνίδια. 'Ο δεύτερος λόγος, του όποιου στην πραγματικότητα ό πρώτος άποτελεί συνέπεια, άπορρέει από τή φύση τής έπιστημονικής εκπαίδευσης. Θά πρέπει πιά νά έχει γίνει καθαρό ότι οι έπιστήμονες δέ διδάσκονται ποτέ μέ άφηρημένο τρόπο και μεμονωμένα τίς έννοιες, τούς νόμους και τίς θεωρίες. 'Αντίθετα, τά διανοητικά αυτά εργαλεία βρίσκονται από τήν άρχή ένσωματωμένα σέ μία ένότητα, πού προηγείται ιστορικά και παιδαγωγικά, και άποκαλύπτονται σέ συνάφεια και μέ τή μεσολάβηση των έφαρμογών τους. Μιά νέα θεωρία προτείνεται πάντοτε μαζί μέ τίς έφαρμογές της σέ κάποιο συγκεκριμένο πεδίο φυσικών φαινομένων· χωρίς αυτές, δέ θά έθετε ούτε καν ύποψηφιότητα για άποδοχή. 'Αφού πιά γίνει άποδεκτή, αυτές οι ίδιες έφαρμογές ή κάποιες άλλες τή συνοδεύουν στά έγχειρίδια άπ' όπου ό μελλοντικός έρευνητής θά μάθει τή δουλειά του. 'Εκεί, οι έφαρμογές αυτές δέ βρίσκονται ούτε ως διακοσμητικά στοιχεία ούτε άκόμη ως περαιτέρω τεκμηρίωση. 'Αντίθετα, ή διαδικασία εκμάθησης μιås θεωρίας έξαρτάται από τή μελέτη έφαρμογών, όπως ή πρακτική στην επίλυση προβλημάτων μέ χαρτί και μολύβι ή μέ όργανα στό εργαστήριο. "Ετσι, άν λ.χ. ό φοιτητής τής νευτώνιας δυναμικής άνακαλύπτει κάποτε τό νόημα των όρων «δύναμη», «μάζα», «διάστημα» και «χρόνος», τό καταφέρνει όχι τόσο μέσα από τούς άτελείς, άν και μερικές φορές βοηθητικούς όρισμούς του συγγράμματός του, όσο μέ τήν παρατήρηση και τή συμμετοχή στην έφαρμογή αυτών των έννοιών στην επίλυση προβλημάτων.

Αυτή ή διαδικασία εκμάθησης μέ επίδειξη και πράξη συνεχίζεται σ' όλη τή διάρκεια τής επαγγελματικής μύησης. Καθώς ό φοιτητής προχωρά από τά μαθήματα του πρώτου έτους προς τή διδακτορική του διατριβή, τά προβλήματα πού συναντά γίνονται πιά πολύπλοκα και άσυνήθιστα. Συνεχίζουν όμως νά μορφοποιούνται μέ βάση προηγούμενες έπιτεύξεις· ίδιας φύσης είναι και τά προβλήματα, πού φυσιολογικά θά τόν άπασχολήσουν στή συνέχεια, στα πλαίσια τής ελεύθερης έπιστημονικής του καριέρας. Θά μπορούσε κανείς νά υποθέσει ότι, κάπου σ' αυτήν τήν πορεία, ό έπιστήμονας έχει διαισθητικά προσδιορίσει τούς κανόνες του παιχνιδιού, όμως τελικά δέν ύπάρχει σοβαρός λόγος πού νά μάς πείθει γιά κάτι τέτοιο. Πολλοί έπιστήμονες μιλούν μέ άρκετή εύκολία και ικανότητα γιά τήν ειδική, μεμονωμένη υπόθεση πού βρίσκεται πίσω από μιá συγκεκριμένη πλευρά τρέχουσας έρευνας· όταν, ώστόσο, προσπαθήσουν νά αξιολογήσουν τά καθιερωμένα θεμέλια του τομέα τους, τά έγκυρα προβλήματα και τίς μεθόδους του, τά καταφέρνουν ελάχιστα καλύτερα από τόν οποιοδήποτε ξένο προς τήν έπιστήμη. "Αν έχουν μάθει νά χρησιμοποιούν τέτοιες άφαιρέσεις, τό δείχνουν κυρίως μέ τήν ικανότητά τους νά κάνουν επιτυχημένη έρευνα. Αυτή ή ικανότητα, όμως, μπορεί νά γίνει κατανοητή χωρίς τήν προσφυγή σέ υποθετικούς κανόνες του παιχνιδιού.

Οί έπιπτώσεις αυτές τής έπιστημονικής εκπαίδευσης έχουν ένα συμπλήρωμα πού παρέχει έναν τρίτο λόγο γιά νά υποθέσουμε ότι τά Παραδείγματα καθοδηγούν τήν έρευνα τόσο μέ τήν άμεση σχέση δείγματος μοντέλου, όσο και μέ τήν έξαγωγή κανόνων. Η φυσιολογική έπιστήμη μπορεί νά αναπτύσσεται χωρίς κανόνες, μόνο όσον καιρό ή σχετική έπιστημονική κοινότητα δέχεται χωρίς συζήτηση τίς έπιμέρους έπιλύσεις προβλημάτων, πού έχουν ήδη έπιτευχθεί. Έπομένως, οί κανόνες θά γίνονταν σημαντικοί και ή χαρακτηριστική άδιαφορία γι' αυτούς θά εξέλειπε, άπ' τή στιγμή πού τά Παραδείγματα ή τά μοντέλα θά άρχιζαν νά χάνουν τή σιγουριά τους. Καί αυτό άκριβώς συμβαίνει στήν πραγματικότητα. Ειδικότερα, ή προ-Παραδειγματική περίοδος χαρακτηρίζεται από συχνές και βαθιές αντίθεσεις πάνω στήν έγκυρότητα των μεθόδων, των προβλημάτων και των ύποδειγματικών λύσεων, αν και βέβαια οί αντίθεσεις αυτές τείνουν περισσότερο στον καθορισμό των σχολών παρά στήν έπίτευξη συμφωνίας. "Έχουμε ήδη έπισημάνει κάποιες τέτοιες διαφωνίες στήν όπτική και τόν ήλεκτρισμό και μπορούμε νά πούμε ότι έπαιξαν

έναν ακόμη σημαντικότερο ρόλο στην ανάπτυξη τῆς χημείας τοῦ 17ου αἰ. καί τῆς πρώιμης γεωλογίας τοῦ 19ου αἰ.⁴ Ἐπιπλέον, παρόμοιες διαφωνίες δέν ἐξαφανίζονται ὀριστικά μέ τήν ἐμφάνιση ἑνός Παραδείγματος. Ἄν καί εἶναι σχεδόν ἀνύπαρκτες στίς περιόδους φυσιολογικῆς ἐπιστήμης, ἐπανέρχονται κατά κανόνα λίγο πρὶν καί κατά τή διάρκεια τῶν ἐπιστημονικῶν ἐπαναστάσεων, ὅταν δηλαδή τά Παραδείγματα ὑφίστανται ἀρχικά ἐπιθέσεις καί στή συνέχεια ἀλλαγές. Ἡ μετάβαση ἀπό τή νευτώνια στή κβαντική μηχανική προκάλεσε πολλές διαφωνίες καί πάνω στή φύση καί πάνω στά κριτήρια τῆς φυσικῆς ἐπιστήμης, μερικές ἀπό τίς ὁποῖες συνεχίζονται ἀκόμη⁵. Ὑπάρχουν σήμερα ἄνθρωποι πού ἐζησαν καί μποροῦν νά θυμηθοῦν τίς παρόμοιες συζητήσεις πού προκάλεσαν ἡ ἠλεκτρομαγνητική θεωρία τοῦ Maxwell καί ἡ στατιστική μηχανική⁶. Καί ἀκόμη παλιότερα, ἡ ἀφομοίωση τῆς μηχανικῆς τοῦ Γαλιλαίου καί τοῦ Newton ἔδωσε ἀφορμή σέ μιά περίφημη σειρά μέ διαμάχες ἀνάμεσα σέ ὁπαδούς τοῦ Ἄριστοτέλη, τοῦ Descartes καί τοῦ Leibniz γιά τά ἔγκυρα κριτήρια τῆς ἐπιστήμης⁷. Ὅταν οἱ ἐπιστήμονες διαφωνοῦν γιά τό ἂν ἔχουν λυθεῖ τά θεμελιώδη προβλήματα τοῦ κλάδου τους, ἡ ἀναζήτηση κανόνων ἀποκτᾶ ἕνα ρόλο, πού, σέ κανονικές συνθήκες, δέν ἔχει. Ὅσο, ὅμως, τά Παραδείγματα παραμένουν ἀσφαλῆ, μποροῦν νά λειτουργοῦν χωρίς συμφωνία γιά τή λογική τους συγκρότηση ἢ καί χωρίς καμιά ἀπόπειρα τέτοιας συγκρότησης.

4. Γιά τή χημεία, δέξ H. Metzger, *Les doctrines chimiques en France du début du XVII^e à la fin du XVIII^e siècle* (Paris, 1923), σ. 24-27 καί 146-49· καί Marie Boas, *Robert Boyle and Seventeenth - Century Chemistry* (Cambridge, 1958), κεφ. ii. Γιά τή γεωλογία, δέξ Walter F. Cannon «The Uniformitarian — Catastrophist Debate» *Isis*, LI (1960), σ. 38-55 καί C.C. Gillispie, *Genesis and Geology* (Cambridge, Mass., 1951), κεφ. iv-v.

5. Γιά διαμάχες πάνω στή κβαντική μηχανική, δέξ Jean Ullmo, *La crise de la physique quantique* (Paris, 1950), κεφ. ii.

6. Γιά τή στατιστική μηχανική, δέξ René Dugas, *La théorie physique au sens de Boltzmann et ses prolongements modernes* (Neuchâtel, 1959), σ. 158-84, 206-19. Γιά τήν ἀποδοχή τοῦ ἔργου τοῦ Maxwell, δέξ Max Planck, «Maxwell Influence in Germany» στό *James Clerk Maxwell: A Commemoration Volume, 1831-1931* (Cambridge, 1931), σ. 45-65, ἰδιαίτερα σ. 58-63 καί Silvanus P. Thompson, *The life of William Thomson, Baron Kelvin of Largs* (London, 1910), II, σ. 1021-27.

7. Γιά ἕνα δείγμα τῆς μάχης μέ τούς ἀριστοτελικούς, δέξ A. Koyré, «A Documentary History of the Problem of Fall from Kepler to Newton», *Transactions of the American Philosophical Society*, XLV (1955), σ. 329-95. Γιά τίς διαμάχες μέ τούς ὁπαδούς τοῦ Descartes καί τοῦ Leibniz, δέξ Pierre Brunet, *L' introduction des théories de Newton en France au XVIII^e siècle* (Paris, 1931) καί A. Koyré, *From the Closed World to the Infinite Universe* (Baltimore, 1957), κεφ. xi.

“Ενας τέταρτος λόγος για να αποδεχτούμε την προτεραιότητα των Παραδειγμάτων σε σχέση με τους κοινούς κανόνες και υποθέσεις, θα ολοκληρώσει αυτό το κεφάλαιο. Στην εισαγωγή αυτού του βιβλίου υπήρχε η υπόδειξη ότι μπορούν να υπάρξουν και μικρές επαναστάσεις πέρα από τις μεγάλες, ότι όρισμένες επαναστάσεις θίγουν μόνο τα μέλη μιας επαγγελματικής υποειδικότητας και ότι για αυτές τις ομάδες ακόμη και η ανακάλυψη ενός νέου και απρόβλεπτου φαινομένου μπορεί να είναι επαναστατική. Το επόμενο κεφάλαιο θα παρουσιάσει μια επιλογή τέτοιων επαναστάσεων, δεν είναι όμως, για την ώρα, καθόλου σαφές με ποιό τρόπο μπορούν να συμβούν. “Αν η φυσιολογική επιστήμη είναι τόσο στέρεα και οι επιστημονικές κοινότητες τόσο συμπαγείς όσο η προηγούμενη ανάλυση άφησε να εννοηθεί, πώς τότε είναι δυνατό μια αλλαγή Παραδείγματος να επιδράσει μόνο σε μια μικρή υποομάδα; “Όσα έχουν λεχθεί ως τώρα, ίσως να άφησαν να εννοηθεί ότι η φυσιολογική επιστήμη είναι μια θέσμιση μοναδική, μονολιθική και ενοποιημένη, ή όποια θα πρέπει να ισχύει ή να απορρίπτεται όχι μόνο μαζί με το σύνολο των Παραδειγμάτων της, αλλά και με το κάθε Παράδειγμα ξεχωριστά. Είναι όμως ολοφάνερο ότι στην πραγματική επιστήμη πολύ σπάνια ή και ποτέ δε συμβαίνει κάτι τέτοιο. Μάλιστα, όταν θεωρούμε πολλές φορές, όλους τους τομείς ταυτόχρονα, μας δίνεται η εντύπωση μιας μάλλον ετοιμόρροπης δομής με ελάχιστη συνοχή ανάμεσα στις διάφορες πλευρές της. “Ωστόσο, τίποτα απ’ όσα ειπώθηκαν ως τώρα δε θα έπρεπε να έρχεται σε αντίθεση μ’ αυτήν την τόσο συνηθισμένη παρατήρηση. “Αντίθετα, η υποκατάσταση των κανόνων από τα Παραδείγματα θα έπρεπε να κάνει ευκολότερη την κατανόηση της ποικιλίας των επιστημονικών τομέων και ειδικοτήτων. Οι ρητοί κανόνες, όταν υπάρχουν, υιοθετούνται συνήθως από μια ιδιαίτερα εκτεταμένη επιστημονική ομάδα, αλλά δε συμβαίνει κατ’ ανάγκη τό ίδιο με τα Παραδείγματα. Οι έρευνητές, σε πεδία έντελως διαφορετικά, όπως η αστρονομία και η βοτανική, εκπαιδεύονται μελετώντας αρκετά διαφορετικές επιτεύξεις που περιγράφονται σε πολύ διαφορετικά βιβλία. “Αλλά ακόμη και αυτοί, που ανήκουν στον ίδιο ή σε στενά συνδεδεμένους τομείς, και κατά συνέπεια αρχίζουν την καριέρα τους μελετώντας πολλά κοινά βιβλία και επιτεύξεις, μπορούν να καταλήξουν σε αρκετά διαφορετικά Παραδείγματα, στη διάρκεια της επαγγελματικής τους ειδίκευσης.

“Ας δούμε, για να αναφερθούμε σε μια μόνο περίπτωση, την

ιδιαίτερα έκτεταμένη και άνομοιογενή κοινότητα πού συνιστοῦν ὄλοι οἱ φυσικοὶ ἐπιστήμονες. "Ὅλα τὰ μέλη αὐτῆς τῆς ομάδας διδάχτηκαν τούς νόμους, λ.χ. τῆς κβαντομηχανικῆς καί οἱ περισσότεροι χρησιμοποιοῦν συχνά αὐτούς τούς νόμους σέ κάποιο σημεῖο τῆς ἔρευνας ἢ τῆς διδασκαλίας τους. Ἀλλά δέ μαθαίνουν ὄλοι τίς ἴδιες ἐφαρμογές αὐτῶν τῶν νόμων καί, ἐπομένως, δέν ἐπηρεάζονται ὄλοι μέ τόν ἴδιο τρόπο ἀπό τίς ἀλλαγές στήν πρακτική τῆς κβαντομηχανικῆς. Στήν πορεία τῆς ἐπιστημονικῆς ἐξειδίκευσης, ὀρισμένοι φυσικοὶ συναντοῦν μόνο τίς βασικές ἀρχές τῆς κβαντομηχανικῆς. Ἀλλοι μελετοῦν λεπτομερειακά τίς ὑποδειγματικές ἐφαρμογές αὐτῶν τῶν ἀρχῶν στή χημεία, ἄλλοι στή φυσική τῆς στερεᾶς κατάστασης κ.ο.κ. Τί σημαίνει ἀκριβῶς κβαντομηχανική γιά τόν καθένα ἐξαρτᾶται ἀπό τό εἶδος τῆς διδασκαλίας πού ἔχει ὑποστεί, ἀπό τό εἶδος τῶν κειμένων πού ἔχει διαβάσει καί ἀπό τό εἶδος τῶν περιοδικῶν πού μελετᾶ. Τό συμπέρασμα εἶναι ὅτι, ἐνῶ μιά ἀλλαγή σέ ἕνα νόμο τῆς κβαντομηχανικῆς θά εἶναι ἐπαναστατική γιά ὄλες αὐτές τίς ομάδες, μιά ἀλλαγή ἀντίθετα πού ἐπιδρᾶ ἀποκλειστικά σέ κάποια ὑποδειγματική ἐφαρμογή τῆς κβαντομηχανικῆς θά εἶναι κατ' ἀνάγκη ἐπαναστατική μόνο γιά τὰ μέλη μιᾶς συγκεκριμένης ἐπαγγελματικῆς ὑποομάδας. Γιά τόν ὑπόλοιπο κλάδο καί γι' αὐτούς πού ἀσχολοῦνται μέ τίς ἄλλες φυσικές ἐπιστήμες, αὐτή ἡ ἀλλαγή θά εἶναι κάτι ἄλλο παρά ἐπαναστατική. Τελικά, ἐνῶ δηλ. ἡ θεωρία τῶν κβάντα (ἢ ἡ νευτώνια θεωρία ἢ ἡ ἠλεκτρομαγνητική θεωρία) εἶναι Παράδειγμα γιά πολλές ἐπιστημονικές ομάδες, δέν πρόκειται γιά τό ἴδιο ἀκριβῶς Παράδειγμα στήν κάθε περίπτωση. Κατά συνέπεια, εἶναι σέ θέση νά καθορίζει ταυτόχρονα ἀρκετές παραδόσεις φυσιολογικῆς ἐπιστήμης, πού ἀλληλοεπικαλύπτονται χωρίς νά ταυτίζονται. Μιά ἐπανάσταση σέ μία ἀπό αὐτές τίς παραδόσεις δέν εἶναι ἀναγκαῖο νά ἐπεκτείνεται μέ τόν ἴδιο τρόπο καί στίς ἄλλες.

Ἡ σύντομη ἀναφορά μιᾶς περίπτωσης πού συνδέεται μέ τίς ἐπιπτώσεις τῆς ἐξειδίκευσης, ἴσως ἐνισχύσει ὄλη αὐτή τήν ἀκολουθία τῶν ἐπιχειρημάτων. Ἐνας ἐρευνητής, πού θέλησε νά μάθει κάτι γύρω ἀπό τόν τρόπο μέ τόν ὁποῖο βλέπουν οἱ ἐπιστήμονες τήν ἀτομική θεωρία, ρώτησε ἕνα διακεκριμένο φυσικό καί ἕνα χημικό ἄν ἕνα μεμονωμένο ἄτομο ἠλίου ἀποτελεῖ ἢ ὄχι ἕνα μόριο. Καί οἱ δύο ἀπάντησαν χωρίς κανένα δισταγμό, ἀλλά οἱ ἀπαντήσεις τους δέν ἦταν οἱ ἴδιες. Γιά τό χημικό, τό ἄτομο ἠλίου ἦταν μόριο, γιατί εἶχε τήν ἀντίδραση ἐνός μορίου, σύμφωνα μέ τήν κινητική θεωρία τῶν ἀερίων. Ἀντίθετα, γιά τό φυσικό, τό ἠλιο

δέν ήταν μόριο, γιατί δέν παρουσίαζε κανένα μοριακό φάσμα⁸. Προφανώς καί οί δύο μιλοῦσαν γιά τό ἴδιο σωματίδιο, ἀλλά τό ἔβλεπαν μέσα ἀπό τό πρίσμα τῆς προσωπικῆς τους ἐκπαίδευσης καί πρακτικῆς. Ἡ ἐμπειρία τους στήν ἐπίλυση προβλημάτων τούς ἐπέβαλε τό τί πρέπει νά εἶναι ἓνα μόριο. Χωρίς ἀμφιβολία, οί ἐμπειρίες τους εἶχαν πολλά κοινά σημεῖα, ἀλλά, στή συγκεκριμένη περίπτωση, δέν τούς ὀδήγησαν στό ἴδιο σημεῖο. Καθώς προχωροῦμε, θά ἀνακαλύψουμε πόσο σημαντικές μπορεῖ νά εἶναι κατά καιρούς οί ἐπιπτώσεις τέτοιων διαφορῶν σέ Παραδείγματα.

8. Ὁ ἐρευνητής ἦταν ὁ James K. Senior, πού τοῦ εἶμαι ὑποχρεωμένος γιά μιά προφορική του ἀναφορά. Μερικά σχετικά ζητήματα ἀναπτύσσονται στό ἄρθρο του «The Vernacular of the Laboratory», *Philosophy of Science*, XXV (1958), σ. 163-68.

VI. Οι άνωμαλίες καί ή ανάδυση των έπιστημονικων ανακαλύψεων

Η φυσιολογική έπιστήμη, ή δραστηριότητα επίλυσης γρίφων πού μόλις εξετάσαμε, είναι μιá διαδικασία κατεξοχή συσσωρευτική, πού έπιτυγχάνει πλήρως τό σκοπό της, τή συνεχή δηλαδή επέκταση του φάσματος καί τής ακρίβειας τής έπιστημονικής γνώσης. 'Απ' αυτή τήν πλευρά, άντιστοιχεί άπόλυτα στην πío συνηθισμένη εικόνα έπιστημονικής δουλειás. Χάνεται όμως έτσι ένα τυπικό προϊόν τής έπιστημονικής διαδικασίας. Η φυσιολογική έπιστήμη δέ στοχεύει σέ καινοτομίες γεγονότων ή θεωριών καί, όσον καιρό θεωρείται έπιτυχημένη, δέν όδηγει σέ καμιá καινοτομία. Νέα, ώστόσο, καί άπρόβλεπτα φαινόμενα άποκαλύπτονται συνεχώς άπό τήν έπιστημονική έρευνα καί ριζικά νέες θεωρίες έπινοούνται κάθε τόσο άπό τούς έπιστήμονες. Η ιστορία μάλιστα ύποδεικνύει ότι ή έπιστημονική θέσμιση έχει αναπτύξει μιá πανίσχυρη τεχνική γιά τήν παραγωγή τέτοιων εκπλήξεων. "Αν αυτό τό χαρακτηριστικό τής έπιστήμης συνδυαστεί μέ ό,τι έχουμε πεί ώς τώρα, τότε θά πρέπει ή έρευνα ύπό τήν αιγίδα ενός Παραδείγματος νά άποτελεί έναν ιδιαίτερα άποτελεσματικό τρόπο γιά τήν πρόκληση Παραδειγματικής άλλαγής. Καί αυτό ακριβώς κάνουν οι θεμελιώδεις καινοτομίες γεγονότων ή θεωριών: ενώ παράγονται άκούσια άπό ένα παιχνίδι πού παίζεται σύμφωνα μ' ένα σύνολο κανόνων, ή άφομοίωσή τους άπαιτεί τήν έπεξεργασία ενός άλλου συνόλου. 'Αφού πιά έχουν ένσωματωθεί στην έπιστήμη, ή όλη θέσμιση, τουλάχιστο γι' αυτούς τούς ειδικούς στό πεδίο των όποιων έπέρχονται οι καινοτομίες, παύει πιά νά είναι ή ίδια.

Θά πρέπει τώρα νά αναρωτηθοϋμε μέ ποιό τρόπο αυτές οι άλλαγές εμφανίζονται, αρχίζοντας άπό τίς ανακαλύψεις, δηλ. τίς

καινοτομίες στά γεγονότα, καί περνώντας μετά στίς ἐπινοήσεις, δηλ. τίς καινοτομίες στή θεωρία. Αὐτή, ὡστόσο, ἡ διάκριση ἀνάμεσα σέ ἀνακάλυψη καί ἐπινοήση ἢ ἀνάμεσα σέ γεγινός καί θεωρία, θά ἀποδειχτεῖ ἀμέσως ὑπερβολική. Τό ἐπίπλαστο αὐτῆς τῆς διάκρισης εἶναι ἓνα σημεῖο πολύ σημαντικό γιά τήν κατανόηση πολλῶν κεντρικῶν θέσεων αὐτοῦ τοῦ βιβλίου. Ἡ ἐξέταση ὀρισμένων ἀνακαλύψεων στή συνέχεια αὐτοῦ τοῦ κεφαλαίου, θά μᾶς ὀδηγήσει γρήγορα στό συμπέρασμα ὅτι δέν ὑπάρχουν μεμονωμένα γεγονότα ἀλλά ἐκτεταμένα ἐπεισόδια μέ μιά τακτικά ἐπαναλαμβανόμενη δομή. Ἡ ἀνακάλυψη ξεκινᾷ μέ τήν ἐπίγνωση μιᾶς ἀνωμαλίας, δηλ. μέ τήν ἀναγνώριση ὅτι ἡ φύση ἔχει σέ κάποιον σημεῖο παραβιάσει τίς προσδοκίες τοῦ Παραδείγματος, πού καθοδηγεῖ τή φυσιολογική ἐπιστήμη. Συνεχίζεται μέ μιά περισσότερο ἢ λιγότερο ἐκτεταμένη ἐξερεύνηση τῆς περιοχῆς ὅπου ἐφανίστηκε αὐτή ἡ ἀνωμαλία. Καί τελειώνει μόνον ὅταν ἡ Παραδειγματική θεωρία ἔχει διορθωθεῖ μέ τέτοιο τρόπο, ὥστε τό μὴ ὀμαλό νά γίνει ἀναμενόμενο. Ἡ ἀφομοίωση ἑνός νέου εἴδους γεγινότος ἀπαιτεῖ κάτι παραπάνω ἀπό μιά ἐπιπλέον προσθήκη καί, ἕως ὅτου ἡ ἐναρμόνιση αὐτῆ ἐπιτευχθεῖ — ἕως ὅτου ὁ ἐπιστήμονας μάθει νά βλέπει τή φύση διαφορετικά —, τό νέο γεγινός δέν ἔχει πάρει κἄν τό χαρακτήρα ἐπιστημονικοῦ γεγινότος.

Γιά νά δοῦμε πόσο στενά συνδεδεμένες εἶναι ἡ θεωρητική καινοτομία καί ἡ καινοτομία γεγινόντων στά πλαίσια τῆς ἐπιστημονικῆς ἀνακάλυψης, θά ἐξετάσουμε μιά ἰδιαίτερα γνωστή περίπτωση, τήν ἀνακάλυψη τοῦ ὀξυγόνου. Τουλάχιστο τρεῖς διαφορετικοὶ ἄνθρωποι διεκδίκησαν δικαιολογημένα τήν ἀνακάλυψη αὐτή, καί πολλοὶ ἄλλοι χημικοὶ θά πρέπει, στίς ἀρχές τῆς δεκαετίας 1770, νά εἶχαν πετύχει νά ἀπομονώσουν σέ ἐργαστηριακὸ σκεῦος ἐμπλουτισμένο ἀέρα, χωρὶς νά τό ξέρουν¹. Ἡ πρόοδος τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης — σ' αὐτήν τήν περίπτωση, τῆς χημείας τῶν ἀερίων — εἶχε προετοιμάσει ἀρκετά ἱκανοποιητικά τό ἔδαφος γιά μιά ριζική ἀνατροπή. Αὐτός πού πρῶτος ἰσχυρίστηκε ὅτι

1. Γιά τήν κλασική ἀκόμη ἀνάλυση τῆς ἀνακάλυψης τοῦ ὀξυγόνου, δέξ. A.N. Meldrum *The Eighteenth - Century Revolution in Science - the First Phase* (Calcutta, 1930), κεφ. v. Ἐπίσης ἀπό τίς πρόσφατες μελέτες, ἀπαραίτητη εἶναι: Maurice Daumas, *Lavoisier, théoricien et expérimentateur* (Paris, 1955), κεφ. ii-iii, πού θίγει καί τήν ἀντιδικία γιά τήν προτεραιότητα. Γιά μιά πληρέστερη συζήτηση καί βιβλιογραφία, δέξ. ἀκόμη T.S. Kuhn, «The Historical Structure of Scientific Discovery», *Science*, CXXXVI (June I, 1962), σ. 760-64.

παρασκεύασε ένα σχετικά καθαρό δείγμα του αερίου ήταν ο Σουηδός φαρμακοποιός C.W. Scheele. Μπορούμε όμως να αγνοήσουμε τη δουλειά του, αφού δε δημοσιεύτηκε παρά μόνο, όταν η ανακάλυψη του οξυγόνου είχε ήδη επανειλημμένα αναγγελθεί από άλλους, και επομένως δεν επέδρασε με κανένα τρόπο στην ιστορική ακολουθία για την οποία κυρίως ενδιαφερόμαστε εδώ². Χρονικά δεύτερος στη διεκδίκηση έρχεται ο Βρετανός επιστήμονας και κληρικός, Joseph Priestley, ο οποίος συγκέντρωσε το αέριο που ελευθερώθηκε από τη θέρμανση έρυθρου οξειδίου του υδραργύρου, θεωρώντας αυτή την ενέργεια ένα απλό μέρος μιάς μακρᾶς φυσιολογικῆς διερεύνησης τῶν «ἀέρων» που παράγονται από ένα πλήθος στερεῶν ουσιῶν. Τό 1774 προσδιόρισε τό αέριο που παράγεται μ' αὐτόν τόν τρόπο ὡς νιτρῶδες οξειδίου καί τό 1775, ὕστερα ἀπό περισσότερα τέστ, ὡς κοινό ἀέρα ἀλλά μέ λιγότερη ἀπό τή συνηθισμένη ποσότητα «φλογιστοῦ»³. Ὁ τρίτος στή διεκδίκηση, ὁ Lavoisier, ἄρχισε τήν ἐργασία πού τόν ὀδήγησε στό οξυγόνο, μετά τά πειράματα τοῦ 1774 τοῦ Priestley, καί πιθανῶς μετά ἀπό μιά ὑπόδειξη τοῦ Priestley. Στίς ἀρχές τοῦ 1775, ὁ Lavoisier ἀνακοίνωσε ὅτι τό αέριο πού παράγεται μέ τή θέρμανση τοῦ ἐρυθροῦ οξειδίου τοῦ υδραργύρου ἦταν «ὁ ἴδιος ὁ ἀέρας, πλήρης καί χωρίς ἀλλοίωση (μέ τή διαφορά ὅτι)... βγαίνει πύ καθαρός, πύ ἀναπνεύσιμος»⁴. Τό 1777, πάλι πιθανῶς μέ τή βοήθεια μιᾶς δεύτερης ὑπόδειξης τοῦ Priestley, ὁ Lavoisier κατέληξε ὅτι τό αέριο ἦταν ἓνα ξεχωριστό εἶδος, ἓνα ἀπό τά δύο κύρια συστατικά τῆς ἀτμόσφαιρας, ἓνα συμπέρασμα πού ὁ Priestley δέ θέλησε ποτέ

2. Για μιά διαφορετική, ὡστόσο, ἀξιολόγηση τοῦ ρόλου τοῦ Scheele, δέξ Uno Bocklund, «A Lost Letter from Scheele to Lavoisier», *Lychnos*, 1957-58, σ. 39-62.

3. [Ἡ φλογιστική θεωρία (phlogiston theory, théorie du phlogistique) εἶναι ἡ πρώτη καθολικά ἀποδεκτή γενική χημική θεωρία. Ἐπινοεῖται ἀπό τόν Georg Stahl, στό τέλος τοῦ 17ου αἰ., καί κυριαρχεῖ ὡς τήν ἐποχή τοῦ Lavoisier. Τό «φλογιστόν» εἶναι μιά ἀρχή, ἡ ἀρχή τῆς καύσης (καί τῆς φωτιᾶς) εἶναι ἓνα στοιχεῖο ἀσύλληπτο πού περιέχουν ὅλα τά καύσιμα ὑλικά, ὅπως ὁ ἄνθρακας, ὁ φωσφόρος, τά ἔλαια. Τή στιγμή τῆς καύσης, σπάζει τήν ἔνωσή του μέ τά καιγόμενα σώματα καί ἀπελευθερώνεται· στήν ἀπώλεια φλογιστοῦ ὀφείλονται οἱ ἀλλαγές τῶν ιδιοτήτων τῶν καιγόμενων σωμάτων. Ἡ φλογιστική θεωρία δέν περιορίζεται στήν καύση τῶν σωμάτων ἀλλά ἐξηγεῖ καί τίς ἄλλες κύριες χημικές καί φυσικές ιδιότητες, ὅπως ἡ ὁσμή ἢ τό χῶμα. Ὁ «ἀποφλογισμένος ἀέρας» (deflogisticated air) πού θά συναντήσουμε παρακάτω εἶναι, λοιπόν, ὁ ἀέρας πού δέν περιέχει φλογιστό] σ.τ.ε.

4. J.B. Conant: «*The Overthrow of the Phlogiston Theory: The Chemical Revolution of 1775-1789*» («Harvard Case Histories in Experimental Science», Case 2, Cambridge, Mass., 1950). Ἡ πολύ χρήσιμη αὐτή συλλογή ἀνατυπώνει πολλά ἀπ' τά σχετικά ντοκουμέντα.

νά αποδεχτεί.

Αυτή ή μορφή ανακάλυψης γεννά ένα ερώτημα πού ταιριάζει σέ κάθε καινούριο φαινόμενο, πού κάποτε πέφτει στην αντίληψη τών επιστημόνων. Ήταν ό Priestley ή ό Lavoisier ή καί κανένας άπ' τούς δύο, πού ανακάλυψε πρώτος τό όξυγόνο; "Η τέλος πάντων, πότε ανακαλύφτηκε τό όξυγόνο; "Αν πάρει αυτή τή μορφή, ή ερώτηση θά μπορούσε νά τεθεί άκόμη καί αν ύπήρχε μόνο ένας πού διεκδικούσε τήν ανακάλυψη. Δέ μάς ενδιαφέρει καθόλου μιά άπάντηση μέ τή μορφή δικαστικής άπόφασης περί προτεραιότητας καί ήμερομηνίας. Μιά άπόπειρα πάντως σ' αυτή τήν κατεύθυνση θά διαφωτίσει τή φύση τής ανακάλυψης, άκριβώς γιατί μιά τέτοιου είδους άπάντηση δέν είναι δυνατή. Ή ανακάλυψη δέν ανήκει σ' εκείνα τά είδη διαδικασίας όπου έχει νόημα ή ερώτηση. Τό γεγονός όμως ότι τίθεται — ή προτεραιότητα γιά τό όξυγόνο έχει επανειλημμένα συζητηθεί μετά τό 1780 — άποτελεί μιά ένδειξη ότι κάτι δέν πάει καλά στην εικόνα άκριβώς τής επιστήμης πού αποδίδει τόσο θεμελιώδη σημασία στην ανακάλυψη. "Ας δούμε, άκόμη μιά φορά, τήν περίπτωσή μας. Ή ισχυρισμός του Priestley ότι ανακάλυψε τό όξυγόνο στηρίζεται στό γεγονός ότι πρώτος άπομόνωσε ένα άέριο, πού άργότερα αναγνωρίστηκε ως ξεχωριστό είδος. Ήλλά τό δείγμα του Priestley δέν ήταν καθαρό, καί αν επομένως τό νά κρατά κάποιος στά χέρια του άκάθαρο όξυγόνο ίσοδυναμεί μέ τό νά ανακαλύπτει τό όξυγόνο, τότε κάτι τέτοιο έχει γίνει άπό όποιοδήποτε εμφιάλωσε κάποτε τόν άτμοσφαιρικό άέρα. Ήξάλλου, αν όντως ό Priestley ανακάλυψε τό όξυγόνο, πότε συνέβη αυτό; Τό 1774 είχε πιστέψει ότι πέτυχε νιτρώδες όξειδιο, μιά ούσία πού ήδη γνώριζε· τό 1775 είδε τό άέριο ως «άποφλογισμένο άέρα», κάτι δηλ. πού πάλι δέν είναι όξυγόνο ή έστω, γιά τούς χημικούς πού ασπάζονταν τή θεωρία του φλογιστου, ένα άρκετά άπρόβλεπτο είδος άερίου. Ή ισχυρισμός του Lavoisier ίσως είναι πιό δικαιολογημένος, αλλά δέν άποφεύγει τά ίδια προβλήματα. "Αν άρνηθούμε νά δώσουμε τή νίκη στον Priestley, δέν μπορούμε νά τή δώσουμε στό Lavoisier γιά τήν έργασία του 1775, πού τόν όδήγησε στό συμπέρασμα ότι τό άέριο ήταν ό «ίδιος ό άέρας, αναλλοίωτος». Θά έπρεπε ίσως νά περιμένουμε μέχρι τήν έργασία του 1776 καί 1777, ή όποία όδήγησε τόν Lavoisier νά δεί όχι τόσο τό ίδιο τό άέριο, αλλά τό τί ήταν αυτό τό άέριο. Ήλλά άκόμη καί αυτή ή εκδίκηση μπορεί νά άμφισβητηθεί, άφου, τόσο τό 1777 όσο καί στό τέλος τής ζωής του, ό Lavoisier επέμενε ότι τό όξυγόνο ήταν μιά άτομική «άρχή όξύτητας»

[«principe of acidity»] και τό οξυγόνο παίρνει τή μορφή αερίου μόνο όταν αυτή ή «άρχη» ένώνεται μέ «caloric» [μέ «θερμιδικό»], τήν υπόσταση δηλ. τής θερμότητας⁵. Θα πρέπει, κατά συνέπεια, νά ποῦμε ότι τό οξυγόνο δέν είχε ακόμη ανακαλυφτεῖ τό 1777; Ὅρισμένοι ἴσως ἀποπειραθοῦν νά ποῦν κάτι τέτοιο. Ἡ ἀρχή ὁμως τής οξύτητας δέν ἀπορρίφτηκε στή χημεία παρά μόνο μετά τό 1810, και ή θεωρία τῶν καλορί ἐπιζούσε ὡς τό 1860 περίπου. Τό οξυγόνο εἶχε γίνει μιά τυπική χημική οὐσία, πρὶν και ἀπό τίς δύο αὐτές χρονολογίες.

Εἶναι φανερό ότι χρειάζομαστε ἕνα νέο λεξιλόγιο και νέες ἔννοιες γιά νά ἀναλύσουμε γεγονότα, ὅπως ή ἀνακάλυψη τοῦ οξυγόνου. Ἐάν και, σίγουρα ή πρόταση «τό οξυγόνο ἀνακαλύφτηκε» εἶναι σωστή, μπορεῖ νά μᾶς παραπλανήσει, γιατί ὑποδεικνύει ότι ή ἀνακάλυψη κάποιου πράγματος εἶναι μιά ἀπλή, μεμονωμένη πράξη πού μπορεῖ νά παραλληλιστεῖ μέ τήν οἰκεία μας ἔννοια τής ὄρασης (ἔννοια ἐξίσου ἀμφισβητήσιμη). Νά, λοιπόν, γιατί εἴμαστε τόσο πρόθυμοι νά δεχτοῦμε ότι ή πράξη τής ἀνακάλυψης, ὅπως τής ὄρασης ή τής ἀφῆς, θα πρέπει νά μπορεῖ νά ἀποδίδεται κατηγορηματικά σέ ἕνα ὑποκείμενο και σέ μιά χρονική στιγμή. Ἡ δεύτερη, ὁμως, αὐτή ἀπόδοση ποτέ δέν εἶναι δυνατή και ή πρώτη ὄχι πάντοτε. Ἄγνοώντας τόν Scheele, μποροῦμε νά ἰσχυριστοῦμε μέ σιγουριά ότι τό οξυγόνο δέν είχε ἀνακαλυφτεῖ πρὶν ἀπό τό 1774 και ἴσως νά μποροῦμε ακόμη νά ποῦμε ότι εἶχε πιά ἀνακαλυφτεῖ τό 1777 ή ἐλάχιστα ἀργότερα. Ἄλλά κάθε ἀπόπειρα νά χρονολογηθεῖ ή ἀνακάλυψη, μέσα στό πλαίσιο πού περικλείουν αὐτά τά ὄρια ή κάποια ἄλλα παρόμοια, θα εἶναι μοιραῖα αὐθαίρετη, γιατί ή ἀνακάλυψη ἑνός νέου εἶδους φαινομένου εἶναι κατ' ἀνάγκη ἕνα πολύπλοκο συμβάν, ἕνα συμβάν πού προϋποθέτει τήν ἀναγνώριση τόσο τοῦ ὅτι κάτι συμβαίνει, ὅσο και τοῦ τί εἶναι αὐτό πού συμβαίνει. Σκεφτεῖτε ότι ἂν, λ.χ. κι ἐμεῖς πιστεῦσαμε ότι τό οξυγόνο εἶναι «ἀποφλογισμένος ἀέρας», θα ἐπιμέναμε, χωρίς κανένα δισταγμό, ότι ὁ Priestley τό ἀνακάλυψε, ἀλλά οὔτε και τότε ακόμη θα μπορούσαμε νά ξέρουμε πότε ἀκριβῶς ἐγινε αὐτό. Ἐάν, λοιπόν, στήν ἀνακάλυψη εἶναι τόσο στενά δεμένες ή παρατήρηση και ή ἐννοιολογική ἔκφραση, τό γεγονός και ή θεωρητική ἀφομοίωση, τότε πρέπει νά ἀναγνωριστεῖ ότι ή ἀνακάλυψη εἶναι μιά ὁλόκληρη διαδικασία πού διαρκεῖ στό χρόνο. Μόνο όταν ὅλες οἱ κατάλληλες ἐννοιολογικές κατη-

5. H. Metzger, *La philosophie de la matière chez Lavoisier* (Paris, 1935) και Daumas, ὁ.π., κεφ. vii [γιά τή θεωρία τῶν καλορί δέσ ὑποσημείωση 9, κεφ. III].

γορίες είναι δοσμένες από πρίν, στην περίπτωση δηλαδή πού τό φαινόμενο δέ θά άνήκει σ' ένα νέο είδος, μόνο τότε μπορεί κάποιος νά ανακαλύπτει χωρίς προσπάθεια, ταυτόχρονα και στιγμιαία *οτι κάτι συμβαίνει και τό τί συμβαίνει.*

Δεχόμεστε, λοιπόν τώρα, ότι ή ανακάλυψη προϋποθέτει μιá έκτεταμένη, όχι όμως αναγκαστικά ιδιαίτερα μακρά διαδικασία έννοιολογικής άφομοίωσης. Μπορούμε νά ποϋμε επιπλέον ότι προϋποθέτει μιá άλλαγή Παραδείγματος; Σ' αϋτήν τήν ερώτηση δέν μπορεί άκόμη νά δοθει μιá γενική άπάντηση, άν και στή συγκεκριμένη ειδικά περίπτωση, ή άπάντηση πρέπει νά είναι θετική. Αϋτό πού άνακοίνωσε στα γραπτά του ο Lavoisier, από τό 1777 και ύστερα, δέν ήταν τόσο ή ανακάλυψη του όξυγόνου όσο ή όξυγονική θεωρία [oxygen theory] τής καύσης. Αϋτή ή θεωρία ήταν ο άκρογωνιαίος λίθος για μιá τόσο ριζική αναδιοργάνωση τής χημείας, πού φτάνει συνήθως νά χαρακτηρίζεται ως ή χημική επανάσταση. Πραγματικά, άν ή ανακάλυψη του όξυγόνου δέν άποτελοϋσε τή βάση για τήν εμφάνιση ενός νέου Παραδείγματος στή χημεία, τό ζήτημα τής προτεραιότητας, άπ' τό όποιο ξεκινήσαμε, δέ θά είχε ποτέ άποκτήσει τόσο μεγάλη σημασία. Σ' αϋτήν τήν περίπτωση, όπως και σ' άλλες, ή αξία πού άποδίδεται σ' ένα νέο φαινόμενο και κατά συνέπεια σ' αϋτόν πού τό ανακάλυψε, είναι τόσο μεγαλύτερη όσο περισσότερο τό νέο φαινόμενο παραβιάζει τίς προβλέψεις του Παραδείγματος. Πρέπει, ώστόσο, νά σημειώσουμε, γιατί θά άποδειχτεί στή συνέχεια σημαντικό, ότι ή ανακάλυψη του όξυγόνου δέν ύπήρξε ή ίδια ή αίτία τής άλλαγής στή χημική θεωρία, πολύ πρίν παίξει όποιοδήποτε ρόλο στήν ανακάλυψη του νέου αερίου, ο Lavoisier ήταν πεπεισμένος τόσο για τό ότι κάτι δέν πηγαινει καλά μέ τή φλογιστική θεωρία όσο και για τό ότι τά σώματα πού καίγονται άπορροφούν ένα μέρος τής άτμόσφαιρας. Αϋτά άνέφερε σέ ένα σφραγισμένο ύπόμνημα πού κατέθεσε στή Γραμματεία τής Γαλλικής 'Ακαδημίας τό 1772⁶. Αϋτό πού προσέφερε ή δουλειά πάνω στο όξυγόνο ήταν ότι συνέβαλε ιδιαίτερα στή μορφοποίηση και τή δόμηση τής παλιότερης αίσθησης του Lavoisier ότι κάποιος λάθος ύπάρχει. Του πρότεινε κάτι πού ήταν ήδη έτοιμος νά ανακαλύψει — τή φύση τής οϋσίας εκείνης πού ή καύση αφαιρεί από τήν άτμόσφαιρα. 'Η εκ των προτέρων συνείδηση των δυσκολιών θά πρέπει νά άποτελεί μιá

6. 'Η πό έγκυρη έρμηνεία των πηγών τής διαφωνίας του Lavoisier είναι τό βιβλίο του Henry Guerlac, *Lavoisier - the Crucial Year: The Background and Origin of his First Experiments on Combustion in 1772*. (Ithaca, N.Y., 1961).

σημαντική πλευρά αυτού, πού κατέστησε ικανό τόν Lavoisier νά δει σέ πειράματα τύπου Priestley ένα άέριο, πού δέν μπόρεσε νά δει ό ίδιος ό Priestley. Καί αντίστροφα, τό γεγονός ότι χρειάζóταν μιά θεμελιώδης τροποποίηση Παραδείγματος γιά νά δει κανείς αυτό πού είδε ό Lavoisier, θά πρέπει νά ήταν ό κυρίαρχος λόγος πού ό Priestley, άκόμη καί στό τέλος τής μακράς ζωής του, δέν κατάφερε νά τό δει μέ τόν ίδιο τρόπο.

Δύο άκόμη, πολύ συντομότερες άναφορές θά ένισχύσουν όσα έχουμε πει καί ταυτόχρονα θά μάς όδηγήσουν από τή διασάφηση τής φύσης τών άνακαλύψεων πρός μιά κατανόηση τών συνθηκών γένεσής τους. Στήν προσπάθεια νά αντιπροσωπευτούν οί κύριοι τρόποι γένεσης τών άνακαλύψεων, οί περιπτώσεις πού θά άναφερθούν επιλέχθηκαν έτσι ώστε νά είναι άφενός διαφορετικές μεταξύ τους καί άφετέρου διαφορετικές από τήν άνακάλυψη του όξυγόνου. 'Η πρώτη, οί άκτίνες X, είναι μιά τυπική περίπτωση τυχαίας άνακάλυψης, μιά κατηγορία πολύ περισσότερο συνηθισμένη άπ' όσο μάς επιτρέπει νά φανταστούμε ό άπρόσωπος χαρακτήρας τών επιστημονικών άναφορών. 'Η ιστορία της άρχίζει τή μέρα πού ό φυσικός Roentgen διέκοψε μιά φυσιολογική έρευνα πάνω στίς καθοδικές άκτίνες, επειδή παρατήρησε ότι μιά όθóνη από πλατινοκυανιούχο βάριο, πού βρισκόταν σέ κάποια άπόσταση από τήν καλυμμένη συσκευή του, φωτοβολούσε καθώς ή εκκένωση προχωρούσε. 'Η έρευνα πού άκολούθησε — κράτησε 7 συναρπαστικές εβδομάδες στή διάρκεια τών όποιων ό Roentgen σπάνια άφηγε τό εργαστήριό — υπέδειξε ότι ή αίτία τής λάμψης προερχόταν άμεσα από τόν καθοδικό σωλήνα, ότι ή άκτινοβολία παρήγαγε σκιές, ότι δέν μπορούσε νά εκτραπει από μαγνήτη καί άλλα πολλά άκόμη. Πρίν άναγγείλει τήν άνακάλυψή του, ό Roentgen είχε πειστεί ότι τό φαινόμενο δέν όφειλόταν σέ καθοδικές άκτίνες, αλλά σέ κάτι πού τουλάχιστο ως ένα βαθμό έμοιαζε μέ τό φώς⁷.

'Ακόμη καί μιά τόσο σύντομη περίληψη όδηγεί σέ έντυπωσιακές όμοιότητες μέ τήν άνακάλυψη του όξυγόνου: πρίν νά πειραματιστεί μέ τό έρυθρό όξειδίο του ύδραργύρου, ό Lavoisier είχε εκτελέσει άλλα πειράματα πού διέψευδαν τά άναμενόμενα από τή φλογιστική θεωρία άποτελέσματα· ή άνακάλυψη του Roentgen ξεκίνησε από τήν άναγνώριση ότι ή όθóνη του φωτοβολούσε, τή στιγμή πού δέ θά έπρεπε. Καί στίς δύο περιπτώσεις, ή άναγνώριση μιās άνωμαλίας — ενός φαινομένου δηλαδή γιά τό

7. L.W. Taylor, «*Physics, the Pioneer Science* (Boston, 1941), σ. 790-94 καί T.W. Chalmers, *Historic Researches* (London, 1949), σ. 218-19.

όποιο τό Παράδειγμα δέν είχε προετοιμάσει τόν έρευνητή — έπαιξε ένα ουσιαστικό ρόλο στην πορεία πού οδηγεί στη σύλληψη της καινοτομίας. "Όμως, πάλι καί στίς δύο περιπτώσεις, ή αίσθηση ότι κάτι δέν πήγαινε καλά δέν ήταν παρά τό προοίμιο της ανακάλυψης. Καί τό όζυγόνο καί οί άκτίνες X προέκυψαν μόνο μετά από μιά διαδικασία πειραματισμού καί έξοικείωσης.

Σέ ποιό άκριβώς σημείο της έρευνας του Roentgen θά έπρεπε νά πούμε ότι οί άκτίνες X ανακαλύφθηκαν; Σίγουρα πάντως, όχι τήν πρώτη στιγμή, όταν τό μόνο πού παρατηρήθηκε ήταν μιά όθόνη πού φωτοβολούσε. Τουλάχιστο ένας άκόμη έρευνητής είχε δεί αυτή τή λάμψη καί τελικά, πρós μεγάλη του άπογοήτευση, δέν ανακάλυψε άπολύτως τίποτα⁸. Είναι άκόμη σχεδόν σίγουρο ότι ούτε μπορούμε νά τοποθετήσουμε τή στιγμή της ανακάλυψης κάπου στην τελευταία εβδομάδα της έρευνας, όταν δηλαδή ό Roentgen διερενοούσε τίς ιδιότητες της νέας άκτινοβολίας πού είχε ήδη ανακαλύψει. Τό μόνο πού μπορούμε νά πούμε είναι ότι οί άκτίνες X ανακαλύφθηκαν στό Würzburg, ανάμεσα στίς 8 Νοεμβρίου καί τίς 28 Δεκεμβρίου του 1895.

Σέ μιά τρίτη, ώστόσο, περιοχή, ή ύπαρξη σημαντικών άναλογιών ανάμεσα στίς ανακαλύψεις του όζυγόνου καί τών άκτίων X δέν είναι καθόλου φανερή. Αντίθετα μέ τό όζυγόνο, ή ανακάλυψη τών άκτίων X δέ συνδέθηκε, γιά δέκα τουλάχιστο χρόνια, μέ καμιά σαφή άναταραχή έπιστημονικής θεωρίας. Μέ ποιά έννοια, λοιπόν, μπορούμε νά υποστηρίξουμε ότι ή άφομοίωση αυτής της ανακάλυψης άπαίτησε μιά άλλαγή Παραδείγματος; Τά δεδομένα αυτής της περίπτωσης μās οδηγούν δικαιολογημένα στην άρνηση μιās τέτοιας άλλαγής. Γιά τήν ακρίβεια, τά άποδεκτά Παραδείγματα από τόν Roentgen καί τούς συγχρόνους του δέ θά μπορούσαν νά είχαν χρησιμοποιηθεί γιά τήν πρόβλεψη τών άκτίων X. (Ή ήλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell δέν είχε γίνει άκόμη καθολικά άποδεκτή καί ή ειδική θεωρία τών καθοδικών άκτίων ήταν μόνο μιά ανάμεσα sé διάφορες τρέχουσες εικασίες). Ούτε όμως αντίθετα, αυτά τά Παραδείγματα, τουλάχιστο μέ κάποιον άμεσο τρόπο, άπαγόρευαν τήν ύπαρξη τών άκτίων X, όπως ή φλογιστική θεωρία είχε άπαγορεύσει τήν έρμηνεία του

8. E. T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity* (2η έκδ., London, 1951), σ. 358, σημ. 1. 'Ο Sir George Thomson μέ πληροφόρησε γιά μιά δεύτερη παρά λίγο έπιτυχία. 'Ο Sir William Crookes ήταν κι αυτός στά ίχνη της ανακάλυψης, ξεκινώντας από τήν ανεξάρτητη θόλωση πού είχε παρατηρηθεί sé φωτογραφικές πλάκες.

Lavoisier για τό άέριο του Priestley. Μάλιστα, τό 1895 ή άποδεκτή έπιστημονική θεωρία και πρακτική δεχόταν όρισμένες μορφές άκτινοβολίας — τήν όρατή, τήν υπέρυθη και τήν υπεριώδη. Γιατί λοιπόν δέν μόρεσαν οί άκτίνες X νά γίνουν άποδεκτές ως μία άκόμη μορφή μιās γνωστής τάξης φυσικών φαινομένων; Γιατί δέν έγιναν δεκτές, λ.χ. όπως ή ανακάλυψη ενός επιπλέον χημικού στοιχείου; Στην εποχή πού ζούσε ό Roentgen, συνέχιζαν νά ψάχνουν και νά βρίσκουν νέα χημικά στοιχεία πού συμπλήρωναν τίς κενές θέσεις του περιοδικού πίνακα. Αυτή ή επιδίωξη ήταν μία καθιερωμένη λειτουργία για τή φυσιολογική έπιστήμη και ή επιτυχής κατάληξη προκαλούσε μόνο συγχαρητήρια και καμία έκπληξη.

Οί άκτίνες X, όμως, έγιναν δεκτές όχι άπλως μέ έκπληξη αλλά ήταν ένα πραγματικό σοκ. Στην αρχή, ό λόρδος Kelvin τίς αποκάλεσε προσχεδιασμένη άπάτη⁹. "Άλλοι, ένω δέν μπορούσαν νά άρνηθοϋν τίς άποδείξεις, τά είχαν χάσει. Οί άκτίνες X, χωρίς νά έρχονται σέ αντίθεση μέ τίς καθιερωμένες θεωρίες, παραβίαζαν βαθιά ριζωμένες προσδοκίες. Πιστεύω ότι αυτές οί προσδοκίες βρίσκονταν στή βάση του σχεδιασμού και τής έρμηνείας τών καθιερωμένων εργαστηριακών διεργασιών. Γύρω στα 1890, οί συσκευές καθοδικών άκτίνων γνώριζαν εύρεία χρήση σέ πολλά εύρωπαϊκά εργαστήρια. "Αν ή συσκευή του Roentgen είχε όντως παράγει άκτίνες X, τότε θά πρέπει ένας μεγάλος αριθμός έρευνητών νά είχε επανειλημμένα παράγει αυτές τίς άκτίνες, χωρίς νά τό ξέρει. "Ίσως αυτές οί άκτίνες, πού βέβαια μπορεί νά έχουν και άλλες άγνωστες πηγές, νά είχαν επιδράσει σέ πειραματικά άποτελέσματα, πού είχαν στό παρελθόν εξηγηθει χωρίς καμιά αναφορά σ' αυτές. "Αρκεί και μόνο τό γεγονός, ότι πολλές ιδιαίτερα οικείες άπό καιρό συσκευές χρειάστηκε στή συνέχεια νά θωρακιστοϋν άπό στρώμα μολύβδου. "Επιστημονικό έργο, πού είχε θεωρηθει ολοκληρωμένο, χρειάστηκε τώρα νά γίνει ξανά, γιατί οί παλιότεροι έπιστήμονες δέν είχαν πετύχει νά αναγνωρίσουν και νά έλέγξουν μία σχετική παράμετρο. Οί άκτίνες X, χωρίς άμφιβολία, έγκαινίασαν ένα νέο τομέα και κατά συνέπεια συνέβαλαν στην αύξηση του δυναμικού τής φυσιολογικής έπιστήμης. "Άλλά ταυτόχρονα, και αυτό είναι τό πιο σημαντικό για μās, τροποποίησαν προϋπάρχοντες τομείς. Σέ μία πορεία, έθεσαν υπό άμφισβή-

9. Silvanus P. Thompson, *The Life of Sir William Thomson Baron Kelvin of Largs* (London, 1910), II, σ. 1125.

τηση αυτό που είχε θεωρηθεί ως Παραδειγματικός τύπος πειραματισμού.

Μέ λίγα λόγια, η συνειδητή ή όχι απόφαση να χρησιμοποιήσεις ένα συγκεκριμένο τύπο συσκευής και να τον χρησιμοποιήσεις μ' ένα συγκεκριμένο τρόπο εμπεριέχει μία υπόθεση ότι μόνο όρισμένες καταστάσεις μπορούν να προκύψουν. 'Υπάρχουν λοιπόν και προβλέψεις που σχετίζονται με τα όργανα — εκτός από τις θεωρητικές δηλ. προβλέψεις — και έχουν παίξει πολλές φορές έναν αποφασιστικό ρόλο στην επιστημονική ανάπτυξη. Μία τέτοια προσδοκία, λ.χ. συνδέεται με την ιστορία της άργοπορημένης ανακάλυψης του οξυγόνου. Κάνοντας χρήση ενός καθιερωμένου τέστ για την «καλή ποιότητα του αέρα», τόσο ο Priestley όσο και ο Lavoisier, άναμείγνυαν δύο όγκους του αερίου τους με έναν όγκο νιτρώδους όξειδίου, ανατάρασαν τό μείγμα πάνω από νερό και μετρούσαν τον όγκο του αερίου που απέμενε. 'Η προηγούμενη εμπειρία, απ' όπου αυτό τό καθιερωμένο τέστ είχε προέλθει, τούς βεβαίωνε ότι, αν μόν είχαμε άτμοσφαιρικό αέρα θά προέκυπτε ένας όγκος ύπολοίπου αερίου, αν όμως είχαμε οποιοδήποτε άλλο άέριο (ή μολυσμένο άτμοσφαιρικό αέρα) τό ύπόλοιπο θά ήταν μεγαλύτερο από έναν όγκο. Κάνοντας τό τέστ με όξυγόνο, και οι δύο κατέληξαν σέ ένα ύπόλοιπο περίπου ενός όγκου και έβγαλαν τά ανάλογα συμπεράσματα. Χρειάστηκε νά περάσει πολύς καιρός, ώσπου νά άπορρίψει ο Priestley — βοηθούμενος και από μία σύμπτωση — την καθιερωμένη διαδικασία και νά δοκιμάσει κάποια άλλη αναλογία ανάμειξης νιτρώδους όξειδίου και του νέου αερίου. Τότε βρήκε ότι, όταν ο όγκος του νιτρώδους όξειδίου ήταν τετραπλάσιος, δέν έμενε σχεδόν καθόλου ύπόλοιπο. 'Αποδεχόμενος την άρχική διαδικασία έλέγχου — μία διαδικασία επικυρωμένη από πολλά προηγούμενα πειράματα — άποδεχόταν ταυτόχρονα ότι δέν ήταν δυνατό νά υπάρξει άέριο, που θά είχε τίς ιδιότητες που παρουσίασε άργότερα τό όξυγόνο¹⁰.

Τέτοιου είδους περίπτωση είναι και η άργοπορημένη διάγνωση της διάσπασης του ουρανίου. 'Ενας λόγος που αυτή η πυρηνική αντίδραση άναγνωρίστηκε με ιδιαίτερη δυσκολία ήταν ότι αυτοί που ήξεραν τί θά έπρεπε νά περιμένουν όταν βομβάρδιζαν τό ουράνιο, επέλεξαν χημικές αντιδράσεις που στόχευαν σέ στοιχειά του άνω πέρατος του περιοδικού πίνακα¹¹. Μήπως θά έπρε-

10. Conant, ό.π., σ. 18-20.

11. K.K. Darrow, «Nuclear Fission», *Bell System Technical Journal*, XIX

πε νά καταλήξουμε ότι, αφού τόσο συχνά οι αποδοχές όρισμένων οργάνων αποδεικνύονται παραπλανητικές, θά έπρεπε ή επιστήμη νά έγκαταλείψει τά καθιερωμένα τέστ και τό καθιερωμένα όργανα; Κάτι τέτοιο θά μᾶς όδηγοῦσε σέ μιά άδιανόγη μέθοδο έρευνας. Οί Παραδειγματικές διαδικασίες και έφαρμογές είναι έξίσου άπαραίτητες στην επιστήμη όσο οί Παραδειγματικοί νόμοι και θεωρίες και έχουν παρόμοιες έπιπτώσεις. Περιορίζουν άναπόφευκτα τό φάσμα τών φαινομένων, πού προσφέρονται στην επιστημονική διερεύνηση σέ κάθε δεδομένη χρονική περίοδο. Άν γίνει κατανοητό αυτό, μπορούμε τότε νά άναγνωρίσουμε ότι, σέ ένα σημαντικό βαθμό, μιά άνακάλυψη, όπως τών άκτίων Χ, όδηγεί ένα συγκεκριμένο τμήμα τής επιστημονικής κοινότητας σέ άλλαγή Παραδείγματος — και έπομένως σέ άλλαγή διαδικασιών και προσδοκιών. Και μ' αυτόν τόν τρόπο, μπορούμε άκόμη νά καταλάβουμε, για ποió λόγο ή άνακάλυψη τών άκτίων Χ φάνηκε νά άνοίγει έναν παράξενο νέο κόσμο σέ πολλούς επιστήμονες και γιατί έπέδρασε τόσο άποτελεσματικά στην κρίση πού όδήγησε στη φυσική τοῦ 20οῦ αἰ.

Η τελευταία περίπτωση επιστημονικής άνακάλυψης πού θά δοῦμε, ή έπινόηση τής φιάλης Leyden, άνήκει σέ μιά κατηγορία άνακαλύψεων πού, κατά κάποιο τρόπο, επάγονται από μιά θεωρία. Έκ πρώτης όψεως, αυτό μπορεί νά φανεί παράδοξο. Άπ' αυτά πού είπαμε ως τώρα προκύπτει ότι οί άνακαλύψεις πού έχουν προβλεφτεί από κάποια θεωρία άποτελούν μέρη τής φυσιολογικής επιστήμης και δέν καταλήγουν σέ κανένα νέο είδος φαινομένων. Έτσι, λ.χ. άναφέρθηκα προηγουμένως στις άνακαλύψεις νέων χημικών στοιχείων, κατά τή διάρκεια τοῦ δεύτερου μισοῦ τοῦ

(1940), σ. 267-89. Τό κρυπτόν, ένα από τά δύο κύρια προϊόντα τής σχάσης, δέ φαίνεται νά είχε άνιχνευτεί χημικά σ' ένα τελευταίο στάδιο τής έρευνας, γιατί έτυχε νά πρέπει νά προστεθεί αυτό τό στοιχείο στη ραδιενεργό διάλυση για νά καθιζάνουν τά βαριά στοιχεία πού έφαχναν οί πυρηνικοί χημικοί. Η άποτυχία νά διαχωρίσουν τό προστιθέμενο βάριο από τό ραδιενεργό προϊόν, όδήγησε, μετά από επανειλημμένες έρευνες τής αντίδρασης για πέντε σχεδόν χρόνια, στην εξής άναφορά: «Ός χημικοί θά 'πρεπε νά όδηγηθοῦμε από αυτή τήν έρευνα... στό νά άλλάξουμε όλα τά όνόματα στό προηγούμενο σχήμα [αντίδρασης] και έτσι νά γράψουμε Ba, La, Ce αντί για Ra, Ac, Th. Άλλά ως «πυρηνικοί χημικοί», έχοντας στενή σχέση μέ τή φυσική, δέν μπορούμε νά πραγματοποιήσουμε αυτό τό άλμα πού θά μᾶς έφερνε σέ αντίθεση μέ όλη τήν προηγούμενη έμπειρία τής πυρηνικής φυσικής. Ίσως μιά παράξενη σειρά συμπτώσεων νά κατέστησε παραπλανητικά τά άποτελέσματά μας» (Otto Hahn and Fritz Strassman, «Uber den Nachweis und das Verhalten der bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehended Erdalkalimetalle» *Die Naturwissenschaften*, XXVII [1939], 15).

19ου αϊ., καί θεώρησα ότι προήλθαν από τή φυσιολογική επιστήμη. Δέν είναι όμως όλες οι θεωρίες Παραδειγματικές. Τόσο στη διάρκεια τών προ-Παραδειγματικῶν περιόδων ὅσο καί στη διάρκεια τών κρίσεων πού ὀδηγοῦν σέ θεμελιώδεις ἀλλαγές Παραδειγμάτων, οἱ ἐπιστήμονες συνηθίζουν νά ἀναπτύσσουν πολλές ἀφηρημένες καί ἀσύνδετες θεωρίες πού μποροῦν νά ἀνοίξουν τό δρόμο γιά κάποια ἀνακάλυψη. Συχνά, ὡστόσο, αὐτή ἡ ἀνακάλυψη δέν ταυτίζεται πλήρως μ' αὐτήν πού προέβλεψαν οἱ ἀφηρημένες, πρόσκαιρες ὑποθέσεις. Μόνο ὅταν τά πειράματα καί ἡ ὑποθετική θεωρία συνδυάζονται σ' ἕνα ταιριαστό σύνολο, ἡ ἀνακάλυψη ἐμφανίζεται καί ἡ θεωρία γίνεται Παράδειγμα.

Ἡ ἀνακάλυψη τῆς φιάλης Leyden παρουσιάζει ὅλα αὐτά τὰ χαρακτηριστικά, ὅπως ἄλλωστε καί οἱ προηγούμενες πού ἐξετάσαμε. Ὅταν ξεκίνησε δέν ὑπῆρχε κανένα μοναδικό Παράδειγμα γιά τήν ἔρευνα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ἀντίθετα ὑπῆρχε ἀνταγωνισμός ἐνός ἀριθμοῦ θεωριῶν, πού ὅλες στηρίζονταν σέ ὀρισμένα σχετικά προσιτά φαινόμενα. Καμία ὅμως δέν εἶχε καταφέρει νά βάλει σέ πλήρη τάξη τό σύνολο τών ἠλεκτρικῶν φαινομένων. Αὐτή ἡ ἀποτυχία ὀδήγησε στήν ἐπισήμανση πολλῶν ἀνωμαλιῶν πού καλλιέργησαν τό ἔδαφος γιά τήν ἀνακάλυψη τῆς φιάλης Leyden. Μία ἀπό τίς ἀντιμαχόμενες σχολές θεωροῦσε ὅτι ὁ ἠλεκτρισμός ἦταν ἕνα εἶδος ρευστοῦ· αὐτή ἡ ἀντίληψη ὀδήγησε ὀρισμένους ἐρευνητές νά προσπαθήσουν νά ἐμφιαλώσουν αὐτό τό ρευστό, κρατώντας ἕνα δοχεῖο γεμάτο μέ νερό στά χέρια τους καί ἀκουμπώντας στό νερό ἕναν ἀγωγό πού συνδεόταν μέ μιά ἠλεκτροστατική γεννήτρια σέ λειτουργία. Ὅταν ἀπομάκρυναν τή φιάλη ἀπό τή γεννήτρια καί ἀκουμποῦσαν τό νερό (ἢ ἕναν ἀγωγό συνδεδεμένο μ' αὐτό) μέ τό χέρι τους, ἔνιωθαν ἕνα ἰσχυρό κτύπημα. Αὐτά τὰ πρῶτα πειράματα δέν ἰσοδυναμοῦσαν βέβαια μέ τήν ἀνακάλυψη τῆς φιάλης Leyden. Αὐτή ἡ πειραματική συσκευή ὀλοκληρώθηκε βαθμιαῖα, καί, γιά μιά ἀκόμη φορά, εἶναι ἀδύνατο νά προσδιορίσουμε πότε ἀκριβῶς σημειώθηκε ἡ ἀνακάλυψη. Οἱ πρῶτες ἀπόπειρες ἀποθήκευσης τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος εἶχαν ἐπιτυχία, γιατί οἱ ἐρευνητές κρατοῦσαν τό φιαλίδιο στά χέρια τους, ἐνῶ πατοῦσαν στό ἔδαφος. Χρειάστηκε στή συνέχεια νά μάθουν ὅτι ἡ φιάλη χρειαζόταν τόσο μιά ἐξωτερική ὅσο καί μιά ἐσωτερική ἀγώγιμη ἐπένδυση καί ὅτι τό ρεῦμα στήν πραγματικότητα δέν ἀποθηκεύεται στή φιάλη. Ἡ συσκευή λοιπόν, πού ὀνομάζουμε φιάλη Leyden, ἐμφανίστηκε σέ κάποιο σημεῖο αὐτῆς τῆς πορείας, πού δίδαξε στούς εἰδικούς ὅλα αὐτά καί τούς ἐξοι-

κείωσε με πολλά άκόμη άνώμαλα φαινόμενα. Μάλιστα, τά πειράματα πού όδήγησαν στην ανακάλυψη αυτή — πολλά γίναν άπ' τόν ίδιο τό Franklin — ήταν άκόμη τά πειράματα πού άπαίτησαν τή ριζική άλλαγή τής θεωρίας περί ρευστού και πού όδήγησαν στό πρώτο πλήρες Παράδειγμα για τόν ήλεκτρισμό¹².

Σέ μεγαλύτερη ή μικρότερη έκταση (ανάλογα μέ τήν άπόσταση πού χωρίζει τό άπρόβλεπτο από τό άναμενόμενο άποτελεσμα), τά κοινά χαρακτηριστικά τών τριών προηγούμενων περιπτώσεων είναι και χαρακτηριστικά όλων τών ανακαλύψεων, άπ' όπου άναδύονται νέα είδη φαινομένων. 'Ανάμεσα σ' αυτά τά χαρακτηριστικά είναι: ή επίγνωση ότι ύπάρχει κάποια άνωμαλία, ή βαθμιαία άναγνώριση τής καινοτομίας ταυτόχρονα στό επίπεδο τών παρατηρήσεων και τών έννοιών και ή επακόλουθη άλλαγή τών κατηγοριών και τών μεθόδων του Παραδείγματος — άλλαγή πού γίνεται άποδεκτή συχνά μέ μεγάλη δυσκολία. "Εχουμε μάλιστα λόγους νά πιστεύουμε ότι αυτά τά χαρακτηριστικά βρίσκονται μέσα στη φύση τής ίδιας τής άντιληπτικής διαδικασίας. 'Ο Bruner και ό Postman, στά πλαίσια ενός ψυχολογικού πειράματος, πού θά άξιζε νά γίνει γνωστό και έξω άπ' τό στενό κύκλο τών ψυχολόγων, ζήτησαν από όρισμένα άτομα νά αναγνωρίσουν μέ σύντομες και σαφείς άπαντήσεις μία σειρά από τραπουλόχαρτα. Πολλά από τά χαρτιά ήταν κανονικά αλλά κάποια άλλα είχαν άντικανονική κατασκευή: π.χ. ένα κόκκινο έξι σπαθί ή ένα μαύρο τέσσερα κούπα. Κάθε πειραματική άκολουθία άποτελούνταν από διαδοχικές έμφανίσεις μεμονωμένων χαρτιών σέ μεμονωμένα άτομα μέ τέτοιο τρόπο, ώστε, καθώς περνούσε ό χρόνος, ή διάρκεια έκθεσης κάθε χαρτιού μεγάλωνε. Μετά από έκθεση ρωτούσαν τό άτομο νά πει τί είχε δει, και τό πείραμα τέλειωνε, όταν δίδονταν δύο διαδοχικές σωστές άναγνώρισεις τών άντικανονικών χαρτιών¹³.

Πολλοί όνόμαζαν τά χαρτιά πού τούς παρουσίαζαν άκόμη και μέ τήν παραμικρή έκθεση, και τελικά μέ μία μικρή αύξηση τής διάρκειας έκθεσης τά άναγνώριζαν όλοι. Οί άναγνώρισεις αυτές

12. Για τά διάφορα στάδια στην εξέλιξη τής φιάλης του Leyden, δές I.B. Cohen, *Franklin und Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof* (Philadelphia, 1956), σ. 385-86, 400-406, 452-67, 506-7. Τό τελευταίο στάδιο περιγράφεται από τό Whittaker. δ.π., σ. 50-52.

13. J.S. Bruner και Leo Postman, «On the Perception of Incongruity: A Paradigm», *Journal of Personality*, XVIII, (1949), σ. 206-23.

γιατά κανονικά χαρτιά ήταν συνήθως σωστές, σχεδόν πάντοτε όμως, αναγνώριζαν χωρίς ιδιαίτερο δισταγμό ή σκέψη τά αντικανονικά χαρτιά ως κανονικά. "Ετσι, λ.χ., τό μαύρο τέσσερα κούπα μπορούσαν νά τό αναγνωρίσουν ως τέσσερα σπαθί ή τέσσερα κούπα. Χωρίς επίγνωση του προβλήματος, έσπευδαν νά προσαρμόσουν άμεσα τό νέο σέ μία από τίς έννοιολογικές κατηγορίες, πού τούς είχε προμηθεύσει ή προηγούμενη έμπειρία. Μάλιστα κάποιος θά μπορούσε νά πεί ότι τά άτομα δέν είχαν ούτε καν δεί τίποτα διαφορετικό από αυτό πού αναγνώρισαν. "Όταν αυξήθηκε περισσότερο ή διάρκεια έκθεσης των αντικανονικών χαρτιών, τά άτομα άρχισαν πιά νά διστάζουν και νά δείχνουν κάποια επίγνωση της άνωμαλίας. "Ετσι, λ.χ., βλέποντας τό κόκκινο έξι σπαθί, κάποιιο έλεγαν: Αυτό είναι τό έξι σπαθί, αλλά έχει κάτι παράξενο — τό μαύρο έχει ένα κόκκινο περίγραμμα. Περαιτέρω αύξηση της διάρκειας έκθεσης οδηγούσε σέ περισσότερο ακόμη δισταγμό και σύγχυση, έως ότου τελικά, και πολλές φορές αρκετά άπότομα, οι περισσότεροι έδιναν τή σωστή αναγνώριση, χωρίς δισταγμό πιά. "Υπήρχαν ώστόσο, και κάποιιοι, πού δέν κατάφεραν ποτέ νά κάνουν τίς απαιτούμενες επιδιορθώσεις στις έννοιολογικές κατηγορίες τους. "Ένα 10% των αντικανονικών χαρτιών δέν αναγνωρίστηκαν σωστά, ακόμη και όταν ο χρόνος έκθεσης ήταν 40 φορές μεγαλύτερος από τό μέσο χρόνο αναγνώρισης των κανονικών χαρτιών. "Όσοι άποτύγχαναν και σ' αυτή τήν περίπτωση εκδήλωναν συχνά μία έντονη προσωπική άπογοήτευση. "Ένας μάλιστα είπε: «Δέν μπορώ νά τά καταφέρω, ό,τι και νά είναι. Δέν έμοιαζε ούτε καν μέ χαρτί, εκείνη τή φορά. Τώρα δέν ξέρω ούτε τί χρώμα έχει ούτε αν είναι σπαθί ή κούπα. Δέν μπορώ τώρα ούτε νά πω πώς είναι τά σπαθιά. Για τό Θεό!»¹⁴ Στο έπόμενο κεφάλαιο θά δοϋμε ότι υπάρχουν περιστάσεις, όπου και έπιστήμονες φτάνουν νά αντιδροϋν μ' αυτό τόν τρόπο.

Είτε ως άπλή μεταφορά είτε επειδή φανερώνει τή φύση της σκέψης, αυτό τό ψυχολογικό πείραμα μάς δίνει ένα καταπληκτικά άπλό και πειστικό πρότυπο για τή διαδικασία της έπιστημονικής επανάστασης. Στην έπιστήμη, όπως και στό πείραμα της τράπουλας, ή καινοτομία αναδύεται μέσα από τό υπόβαθρο των αναμενόμενων προβλέψεων, πάντα όμως μέ πολλή δυσκολία, δυσκολία πού παίρνει τή μορφή αντίστασεων. "Αρχικά, γίνεται αντιληπτό

14. "Ο.π., σ. 218. "Ο συνάδελφος μου Postman μου είπε πως, αν και ήξερε τά πάντα γύρω από τή διάταξη και τήν έκθεση από πρίν, έντούτοις του συνέβη νά κοιτάζει τά αντικανονικά χαρτιά μέ μεγάλη ένόχληση.

μόνο τό άναμενόμενο και τό οικείο, άκόμη και στίς περιστάσεις, όπου πρόκειται άργότερα νά παρατηρηθεΐ μιá άνωμαλία. 'Η μεγαλύτερη έξοικείωση, ώστόσο, καταλήγει στην έπίγνωση ότι κάτι δέν πάει καλά ή στη σύνδεση του φαινομένου μέ κάτι πού στό παρελθόν δέν πήγαινε καλά. Αυτή ή έπίγνωση τής άνωμαλίας άνοίγει μιá περίοδο, όπου οί έννοιολογικές κατηγορίες άναπροσαρμόζονται, ώπου αυτό πού είχε θεωρηθεΐ άρχικά άνώμαλο νά μετατραπεί σέ άναμενόμενο. Σ' αυτό τό σημείο, ή άνακάλυψη έχει πιά όλοκληρωθεΐ. 'Υποστήριξα πριν ότι αυτή ή μιá παρόμοια διαδικασία χαρακτηρίζει τήν άνάδυση όλων τών θεμελιωδών επιστημονικών καινοτομιών. Θά έπισημάνω τώρα ότι, άναγνωρίζοντας αυτή τή διαδικασία, μπορούμε πιά νά άρχίσουμε νά καταλαβαίνουμε γιατί ή φυσιολογική έπιστήμη, ένώ δέν άποσκοπεΐ σέ καινοτομίες και επιδιώκει μάλιστα άρχικά νά τίς έξαφανίσει, συντελεΐ έντούτοις τόσο άποτελεσματικά στην άνάδυσή τους.

Στην άνάπτυξη κάθε έπιστήμης, τό πρώτο άποδεκτό Παράδειγμα μοιάζει νά έξηγει άρκετά ίκανοποιητικά τίς περισσότερες παρατηρήσεις και τά περισσότερα πειράματα, πού είναι άμεσα προσιτά στους άνάλογους έρευνητές. 'Η περαιτέρω έξέλιξη, ώστόσο, κατά κανόνα, άπαιτεΐ τήν κατασκευή πολυσύνθετων συσκευών, τήν άνάπτυξη ένός έξειδικευμένου λεξιλογίου και ένός συνόλου ίκανοτήτων καθώς και μιá εκλέπτυνση τών έννοιών, πού βαθμιαία έλαττώνει τήν όμοιοτητά τους μέ τά οικεία πρότυπα του καθημερινού λόγου. Αυτή ή έξειδίκευση, από τή μιá μεριά, οδηγεί σέ τεράστια περιστολή τής όπτικής του έπιστήμονα και σέ μιá σημαντική αντίσταση σέ κάθε άλλαγή του Παραδείγματος. 'Η έπιστήμη γίνεται ύπερβολικά άκαμπτη. 'Από τήν άλλη μεριά, στίς περιοχές όπου τό Παράδειγμα κατευθύνει τήν προσοχή τών επιστημόνων, ή φυσιολογική έπιστήμη οδηγεί σέ μιá άφθονία λεπτομερειών και σέ μιá ακρίβεια σύνθεσης παρατήρησης-θεωρίας, πού δέ θά ήταν δυνατό νά επιτευχθεΐ μέ άλλο τρόπο. Μάλιστα, αυτή ή λεπτομέρεια και ή ακρίβεια σύνθεσης έχουν μιá άξία πού ξεπερνά τό ίδιο τους τό ένδιαφέρον, πού δέν είναι πάντοτε τόσο ύψηλό. Χωρίς τίς ειδικές συσκευές, πού κατασκευάζονται κυρίως για τίς άναμενόμενες λειτουργίες, τά πορίσματα πού τελικά οδηγούν στην καινοτομία δέ θά μπορούσαν νά ύπάρξουν. Και όταν άκόμη ύπάρχουν οί συσκευές, ή καινοτομία έμφανίζεται, κατά κανόνα, μόνο σ' αυτόν πού, γνωρίζοντας μέ *άκρίβεια* τί πρέπει νά άναμένει, είναι σέ θέση νά καταλάβει ότι κάτι πήγε στραβά. 'Η άνωμαλία έμφανίζεται μόνο σέ αντίθεση μέ τό ύπόβαθρο πού προσφέρει τό

Παράδειγμα. "Όσο περισσότερο ακριβές και εμπλουτισμένο είναι αυτό τό Παράδειγμα, τόσο περισσότερο ευαίσθητος είναι ό δείκτης άνωμαλιών πού μᾶς παρέχει καί, κατά συνέπεια, οί ευκαιρίες για μία Παραδειγματική αλλαγή. Στη φυσιολογική περίπτωση ανακάλυψης, ακόμη καί ή αντίσταση στην αλλαγή έχει ένα ρόλο, πού θά εξεταστεί πιά έκτεταμένα στό επόμενο κεφάλαιο. Βεβαιώνοντας ότι τό Παράδειγμα δέν πρόκειται νά παραδοθεϊ εύκολα, ή αντίσταση έγγυᾶται ότι ή προσοχή τών έπιστημόνων δέ θά διασπαστεϊ καθόλου καί ότι οί άνωμαλίες, πού θά οδηγήσουν στην αλλαγή Παραδείγματος, θά πρέπει νά φτάσουν μέχρι τόν πυρήνα τής ύπάρχουσας γνώσης. Τό ίδιο τό γεγονός ότι, τόσο συχνά, μία σημαντική έπιστημονική καινοτομία αναδύεται ταυτόχρονα από διάφορα έργαστήρια είναι μία ένδειξη τόσο τής έντονα παραδοσιακής φύσης τής φυσιολογικής έπιστήμης όσο καί τής πληρότητας, μέ τήν όποία αυτή ή παραδοσιακή ένασχόληση προετοιμάζει τό δρόμο τής ίδιας τής αλλαγής της.

VII. Οί κρίσεις καί ἡ ἀνάδυση τῶν ἐπιστημονικῶν θεωριῶν

“Ὅλες οἱ ἀνακαλύψεις, πού ἐξετάστηκαν στό κεφάλαιο VI, ὡδήγησαν ἢ συνεισέφεραν σέ μιᾶ ἀλλαγῇ Παραδείγματος. Ἀκόμη, οἱ ἀλλαγές πού συνδέθηκαν μ’ αὐτές τίς ἀνακαλύψεις ἦταν ὅλες ἐξίσου καταστροφικές καί ἐποικοδομητικές. Μετά τήν ἀφομοίωση τῆς ἀνακάλυψης, οἱ ἐπιστήμονες ἦταν σέ θέση νά ἐρμηνεύσουν ἕνα πλατύτερο φάσμα φυσικῶν φαινομένων ἢ νά ἐξηγήσουν μέ μεγαλύτερη ἀκρίβεια κάποιο ἀπό τά ἤδη γνωστά φαινόμενα. Τό κέρδος ὅμως αὐτό εἶχε ἐπιτευχθεῖ μόνο μέ τήν ἀπόρριψη ὀρισμένων καθιερωμένων πεποιθήσεων ἢ διαδικασιῶν καί, ταυτόχρονα, μέ τήν ἀντικατάσταση αὐτῶν τῶν συστατικῶν τοῦ προηγούμενου Παραδείγματος μέ κάποια ἄλλα. Ὑποστηρίζω ὅτι τέτοιες μεταβολές συνδέονται μέ ὅλες τίς ἀνακαλύψεις, στίς ὁποῖες ὀδηγεῖ ἡ φυσιολογική ἐπιστήμη, ἐκτός ἀπό ἐκεῖνες πού δέν προξενοῦν καμιᾶ ἐκπληξη, ἐκεῖνες δηλαδή τίς ὁποῖες ἔχουμε προβλέψει καί δέ μᾶς λείπουν παρά κάποιες λεπτομέρειες. Οἱ ἀνακαλύψεις, ὡστόσο, δέν εἶναι οἱ μοναδικές πηγές αὐτῶν τῶν καταστρεπτικῶν-ἐποικοδομητικῶν ἀλλαγῶν Παραδείγματος. Σ’ αὐτό τό κεφάλαιο, θά ἀρχίζουμε νά ἐξετάζουμε τίς παρόμοιες, ἀλλά συχνά πολύ εὐρύτερες, μεταβολές πού προκαλοῦν οἱ ἐπινοήσεις νέων θεωριῶν.

Ἐχοντας ἤδη ὑποστηρίξει ὅτι στίς ἐπιστήμες τό γεγονός καί ἡ θεωρία, ἡ ἀνακάλυψη καί ἡ ἐπινοήση δέ διακρίνονται μέ σαφήνεια καί σταθερότητα, εἶναι φυσικό νά προβλέψουμε μιᾶ ἀλληλοκάλυψη μεταξύ αὐτοῦ καί τοῦ προηγούμενου κεφαλαίου. (Μιά παράδοξη πρόταση τοῦ τύπου: ὁ Priestley ἀνακάλυψε πρῶτος τό ὀξυγόνο καί ὁ Lavoisier στή συνέχεια τό ἐπινόησε, εἶναι ἀρκετά ἔλκυστική. Συναντήσαμε ἤδη τό ὀξυγόνο μέ τή μορφή μιᾶς ἀνακάλυψης· θά τό ξαναδοῦμε σύντομα ὡς ἐπινοήση). Ἐξετάζοντας

τήν εμφάνιση τών νέων θεωριών, είναι φυσικό νά επεκτείνουμε ταυτόχρονα τή γνώση μας πάνω στίς ανακαλύψεις. 'Απ' τήν άλλη βέβαια μεριά, ή άλληλοκάλυψη δέ σημαίνει ταύτιση. 'Ανακαλύψεις σάν κι αὐτές πού εἶδαμε στό προηγούμενο κεφάλαιο, δέν ὀδηγοῦν, τουλάχιστο ἀπό μόνες τους, σέ τέτοιες μεταβολές Παραδειγματος, ὅπως οἱ ἐπαναστάσεις τοῦ Κοπέρνικου, τοῦ Newton, τῆς χημείας καί τοῦ Einstein. 'Αλλά οὔτε καί οἱ σχετικά μικρότερες, οἱ περισσότερο ἐξειδικευμένες ἀλλαγές Παραδειγματος πού προκάλεσαν ή κυματική θεωρία τοῦ φωτός, ή δυναμική θεωρία τῆς θερμότητας ή ή ἠλεκτρομαγνητική θεωρία τοῦ Maxwell, μποροῦν νά ἐξηγηθοῦν μέ τήν ὕπαρξη μιᾶς ἀνακάλυψης. Πῶς μποροῦν τέτοιου εἴδους θεωρίες νά πηγάζουν ἀπό τή φυσιολογική ἐπιστήμη, μιᾶ δραστηριότητα δηλ. πού τείνει στήν ἀναζήτηση νέων θεωριῶν ἀκόμη λιγότερο καί ἀπό τήν ἀναζήτηση ἀνακαλύψεων;

'Αν ή ἐπίγνωση τῶν ἀνωμαλιῶν παίξει ἕνα ρόλο στήν ἀνάδυση νέων εἰδῶν φαινομένων, δέ θά πρέπει νά φανεῖ περίεργο ὅτι μιᾶ παρόμοια, ἀλλά πιό βαθιά ἐπίγνωση προαπαιτεῖται σέ ὅλες τίς περιπτώσεις ἀποδεκτῶν ἀλλαγῶν στή θεωρία. Πιστεύω ὅτι, σ' αὐτό τό σημεῖο, οἱ ἱστορικές μαρτυρίες εἶναι κατηγορηματικές. 'Ἡ πτολεμαϊκή ἀστρονομία βρισκόταν σέ σκανδαλώδη ἀσυνέπεια, πρὶν ἀκόμη ὁ Κοπέρνικος ἀναγγεῖλει τή θεωρία του¹. 'Ἡ συμβολή τοῦ Γαλιλαίου στή μελέτη τῆς κίνησης ἦταν στενά συνδεδεμένη μέ τίς δυσκολίες τῆς ἀριστοτελικῆς θεωρίας, πού εἶχε ἀποκαλύψει ή σχολαστική κριτική². 'Ἡ νέα θεωρία τοῦ Newton γιά τό φῶς καί τό χρῶμα ξεκίνησε ἀπό τή διαπίστωση ὅτι καμιά ἀπό τίς προ-Παραδειγματικές θεωρίες δέ θά μπορούσε νά ἐξηγήσει τό μήκος τοῦ φάσματος, καί ή κυματική θεωρία, πού ἀντικατέστησε τή νευτώνια, προτάθηκε ὅταν πιά αὐξάνονταν οἱ ἀνησυχίες γιά τίς παρατηρούμενες ἀνωμαλίες στή νευτώνια θεώρηση τῆς σχέσης περίθλασης καί πόλωσης τοῦ φωτός³. 'Ἡ θερμοδυναμική

1. A.R. Hall, *The Scientific Revolution, 1500-1800*, (London, 1954), σ. 16.

2. Marshall Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages* (Madison, Wis., 1959), μέρη II-III. 'Ο Α. Κογρέ ἀποκαλύπτει ἕνα πλῆθος μεσαιωνικῶν στοιχείων στή σκέψη τοῦ Γαλιλαίου στό *Etudes Galiléennes* (Paris, 1939), ἰδιαίτερα τόμος I.

3. Γιά τόν Newton, δές T.S. Kuhn, «Newton's Optical Papers», στό *Isaac Newton's Papers and Letters in Natural Philosophy*, ed I.B. Cohen (Cambridge, Mass., 1958), σ. 27-45. Γιά τά πρῶτα στάδια τῆς κυματικῆς θεωρίας, δές E.T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, I (2η ἔκδ., London, 1951), σ. 94-109.

γεννήθηκε από τή σύγκρουση δύο δεδομένων φυσικῶν θεωριῶν τοῦ 19ου αἰ. καί ἡ κβαντομηχανική ἀπό μιά ποικιλία δυσκολιῶν πού εἶχαν παρουσιαστεῖ στήν ἀκτινοβολία τῶν μελανῶν σωμάτων, στίς εἰδικές θερμότητες καί στό πρωτοηλεκτρικό φαινόμενο⁴. Μάλιστα, σ' ὄλες αὐτές τίς περιπτώσεις — μέ τήν ἐξαίρεση τῆς θεωρίας τοῦ Newton—, ἡ ἐπίγνωση τῆς ἀνωμαλίας εἶχε διαρκέσει τόσο πολὺ καί εἶχε εἰσχωρήσει τόσο βαθιά, ὥστε θά μπορούσε κάποιος νά περιγράψει σωστά αὐτούς τούς τομεῖς λέγοντας ὅτι βρίσκονται σέ μιά κατάσταση ἐπιτεινόμενης κρίσης. Ἡ ἐμφάνιση νέων θεωριῶν, ἐπειδὴ ἀπαιτεῖ καταστροφὴ Παραδειγμάτων σέ μεγάλη κλίμακα καί ἐκτεταμένες τροποποιήσεις στά προβλήματα καί τίς τεχνικές τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης, ἔρχεται κατὰ κανόνα μετά ἀπό μιά περίοδο ἔκδηλης ἐπαγγελματικῆς ἀβεβαιότητας. "Ὅπως εἶναι φυσικό, αὐτὴ ἡ ἀβεβαιότητα προκαλεῖται ἀπό τή συνεχιζόμενη ἀδυναμία νά βρεθεῖ μιά ἱκανοποιητικὴ λύση στοὺς γρίφους τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης. Ἡ ἀποτυχία τῶν καθιερωμένων κανόνων εἶναι φυσικό νά ὀδηγεῖ στήν ἀναζήτηση νέων.

"Ἄς δοῦμε πρῶτα μιά ἰδιαίτερα ξακουστὴ περίπτωση ἀλλαγῆς Παραδείγματος, τὴν ἐμφάνιση τῆς ἀστρονομίας τοῦ Κοπέρνικου. Τὸν καιρὸ πού ὁ προκάτοχός της, τὸ σύστημα δηλ. τοῦ Πτολεμαίου, βρισκόταν σέ φάση ἀνάπτυξης, στή διάρκεια τῶν δύο τελευταίων π.Χ. αἰῶνων καί τῶν δύο πρώτων μ.Χ., εἶχε καταπληκτικὲς ἐπιτυχίες στήν πρόβλεψη τῶν μεταβαλλόμενων θέσεων τόσο τῶν ἄστρον ὅσο καί τῶν πλανητῶν. Κανένα ἄλλο ἀρχαῖο σύστημα δέν τὰ εἶχε καταφέρει τόσο καλά. Γιὰ τὴ θέση τῶν ἄστρον, ἡ ἀστρονομία τοῦ Πτολεμαίου χρησιμοποιεῖται ἀρκετὰ καί σήμερα γιὰ μηχανικὲς προσεγγίσεις· γιὰ τούς πλανῆτες, οἱ προβλέψεις τοῦ Πτολεμαίου ἦταν ἐξίσου καλὲς μέ τοῦ Κοπέρνικου. "Ὅταν μιλοῦμε ὁμως γιὰ ἐπιστημονικὲς θεωρίες, τὸ νά ἔχει μιά θεωρία καταπληκτικὲς ἐπιτυχίες δέ σημαίνει ὅτι ἔχει πλήρη ἐπιτυχία. Οἱ προβλέψεις στίς ὁποῖες κατέληγε τὸ πτολεμαϊκὸ σύστημα, ἂν ἐξετάζονταν σέ σχέση τόσο μέ τίς θέσεις τῶν πλανητῶν ὅσο καί μέ τίς μεταπτώσεις τῶν ἰσημεριῶν, δέν κατάφερναν ποτέ νά ταιριάξουν μέ τίς καλύτερες διαθέσιμες παρατηρήσεις. Ἡ συνε-

καί W. Whewell, *History of the Inductive Sciences*, (ἀν. ἔκδ., London, 1847), II, σ. 396-466.

4. Γιὰ τὴ θερμοδυναμικὴ, δὲς Silvanus P. Thompson, *Life of William Thomson Baron Kelvin of Largs* (London, 1910), I, σ. 266-281. Γιὰ τὴν κβαντικὴ θεωρία, δὲς Fritz Reiche, *The Quantum Theory*, μετ. H.S. Hatfield καί H.L. Brose (London, 1922), κεφ. i-ii.

χής μείωση αὐτῶν τῶν μικρῶν ἀσυμφωνιῶν ἀποτέλεσε ἕνα μεγάλο μέρος τῆς φυσιολογικῆς ἀστρονομικῆς ἔρευνας γιά τούς συνεχιστές τοῦ Πτολεμαίου, ἀκριβῶς ὅπως ἡ προσπάθεια συμβιβασμοῦ τῆς παρατήρησης τοῦ οὐρανοῦ καί τῆς θεωρίας τοῦ Newton δημιούργησε ἕναν ἀριθμό φυσιολογικῶν ἐρευνητικῶν προβλημάτων γιά τούς συνεχιστές τοῦ Newton τό 18ο αἰ. Γιά ἕνα χρονικό διάστημα, οἱ ἀστρονόμοι εἶχαν κάθε λόγο νά πιστεύουν ὅτι αὐτές οἱ προσπάθειες θά εἶχαν κάποιο ἀποτέλεσμα, ὅπως οἱ προσπάθειες πού εἶχαν ὀδηγήσει στό σύστημα τοῦ Πτολεμαίου. "Ὅταν συναντοῦσαν μιά ἐπιμέρους ἀσυμφωνία, οἱ ἀστρονόμοι ἦταν πάντοτε σέ θέση νά τήν ἐξαφανίσουν, ἐπιφέροντας μιά ὀρισμένη τροποποίηση στό πτολεμαϊκό σύστημα τῶν σύνθετων κύκλων [compounded circles]. Ἄλλά καθώς περνοῦσε ὁ καιρός, ἄν κάποιος ἐξέταζε τό τελικό ἀποτέλεσμα τῶν προσπαθειῶν τῆς φυσιολογικῆς ἀστρονομικῆς ἔρευνας, θά παρατηροῦσε ὅτι ἡ πολυπλοκότητα τῆς ἀστρονομίας αὐξανε μέ πολύ ταχύτερο ρυθμό ἀπό τήν ἀκρίβειά της, καί ὅτι ἡ διόρθωση μιᾶς ἀσυμφωνίας σέ ἕνα σημεῖο φαινόταν νά γεννᾷ μιά νέα ἀσυμφωνία σέ ἕνα ἄλλο σημεῖο⁵.

Ἐπειδή, ὅμως, ἡ ἀστρονομική παράδοση διακοπτόταν συνεχῶς ἀπό ἐξωτερικές ἐπεμβάσεις καί ἐπειδή ἡ ἀπουσία τῆς τυπογραφίας περιορίζε τήν ἐπικοινωνία ἀνάμεσα στούς ἀστρονόμους, ἡ ἀναγνώριση αὐτῶν τῶν δυσκολιῶν γινόταν μέ πολύ ἀργό ρυθμό. Τελικά ὅμως φτάσαμε στήν ἐπίγνωση. Τό 13ο αἰ., ὁ Ἄλφόνσος ὁ 10ος ἦταν σέ θέση νά ἰσχυριστεῖ ὅτι ἄν ὁ Θεός τόν εἶχε συμβουλευτεῖ, ὅταν δημιουργοῦσε τό σύμπαν, θά μπορούσε νά τοῦ δώσει χρησίμη βοήθεια. Τό 16ο αἰ., ὁ συνεργάτης τοῦ Κοπέρνικου, Domenico da Novara, ὑποστήριξε ὅτι δέν ἦταν δυνατό ἕνα σύστημα τόσο δυσκίνητο καί τόσο ἀνακριβές, ὅσο εἶχε γίνει μέ τόν καιρό τό σύστημα τοῦ Πτολεμαίου, νά εἶναι ἀληθινό γιά τή φύση. Καί ὁ ἴδιος ὁ Κοπέρνικος, στόν πρόλογο τοῦ *De Revolutionibus*, ἔγραψε ὅτι ἡ ἀστρονομική παράδοση πού κληρονόμησε εἶχε τελικά παράγει ἕνα τέρας. Στίς ἀρχές τοῦ 16ου αἰ., ἕνας συνεχῶς αὐξανόμενος ἀριθμός Εὐρωπαϊῶν ἀστρονόμων ἀναγνώριζε ὅτι τό ἀστρονομικό Παράδειγμα δέν μπορούσε νά ἐφαρμοστεῖ στά ἴδια τά παραδοσιακά του προβλήματα. Αὐτή ἡ ἀναγνώριση ἦταν προϋπόθεση γιά τήν ἀπόρριψη τοῦ πτολεμαϊκοῦ Παραδείγματος ἀπό τόν Κοπέρνικο καί τήν ἀναζήτηση ἑνός νέου. Ὁ ξακουστός του πρόλογος,

5. J.L. Dreyer, *A History of Astronomy from Thales to Kepler* (2η ἐκδ., New York, 1953), κεφ. xi-xii.

ἀκόμη καί σήμερα, προσφέρει μιά κλασική περιγραφή τῆς κατάστασης κρίσης⁶.

Ὁ κλονισμός τῆς φυσιολογικῆς δραστηριότητος ἐπίλυσης γρίφων δέν ἀποτελεῖ, βέβαια, τό μοναδικό συστατικό τῆς ἀστρονομικῆς κρίσης πού ἀντιμετώπισε ὁ Κοπέρνικος. Μιά ἐκτεταμένη ἐξέταση θά ἔπρεπε ἀκόμη νά συζητήσῃ τήν κοινωνική πίεση γιά μιά μεταρρύθμιση τοῦ ἡμερολογίου, μιά πίεση πού ἔκανε ἰδιαίτερα ἐπείγον τό πρόβλημα τῆς μετάπτωσης τῶν ἰσημεριῶν. Ἐπιπλέον, μιά πλήρης διαπραγμάτευση θά ἔπρεπε νά λάβῃ ὑπόψη τῆς τῆ μεσαιωνικῆς κριτικῆς στόν Ἀριστοτέλη, τήν ἄνοδο τοῦ Νεοπλατωνισμοῦ τῆς Ἀναγέννησης καί ἄλλα σημαντικά ἱστορικά στοιχεῖα. Ὅμως ὁ κλονισμός τῆς τεχνικῆς δραστηριότητος θά παρέμενε πάλι ὁ πυρήνας τῆς κρίσης. Σέ μιά ὄριμη ἐπιστήμη — καί ἡ ἀστρονομία εἶχε γίνῃ ὄριμη ἀπό τήν ἀρχαιότητα — οἱ ἐξωτερικοὶ παράγοντες, ὅπως αὐτοὶ πού ἀναφέραμε, εἶναι οὐσιαστικοὶ κυρίως γιά τόν προσδιορισμό τῆς χρονικῆς στιγμῆς τοῦ κλονισμοῦ, γιά τήν εὐκολία μέ τήν ὁποία θά ἀναγνωριστεῖ καί γιά τήν περιοχὴ στήν ὁποία θά πρωτοεμφανιστεῖ (περιοχὴ ὅπου ἔχει ἀκριβῶς δοθεῖ ἰδιαίτερη προσοχή). Ἄν καί εἶναι πάρα πολύ σημαντικά, τέτοιου εἴδους σημεῖα ξεφεύγουν ἀπό τὰ ὄρια αὐτοῦ τοῦ βιβλίου.

Ἄφοῦ, λοιπόν, ὅσα εἶπαμε εἶναι ἀρκετά γιά τήν περίπτωσι τῆς κοπερνίκειας ἐπανάστασης, ἅς στραφοῦμε σέ μιά δευτέρα καί ἀρκετά διαφορετικὴ περίπτωσι, τήν κρίση πού ἐκδηλώθηκε πρὶν ἀπό τήν ἐμφάνισι τῆς ὀξυγονικῆς θεωρίας τῆς καύσης τοῦ Lavoisier. Στά 1770, ὁ συνδυασμός πολλῶν παραγόντων ὀδηγοῦσε στή δημιουργία μιᾶς κρίσης στή χημεία, οἱ ἱστορικοὶ, ὅμως, δέ συμφωνοῦν ὅλοι οὔτε γιά τὴ φύσι αὐτῶν τῶν παραγόντων οὔτε γιά τὴ σχετικὴ τους σπουδαιότητα. Ὡστόσο, δύο παράγοντες θεωροῦνται πρωταρχικῆς σημασίας: ἡ ἄνοδος τῆς χημείας τῶν ἀερίων [pneumatic chemistry] καί τό πρόβλημα τῶν ἀναλογιῶν βάρους. Ἡ ἱστορία τῆς πρώτης ἀρχίζει τό 17ο αἰ., μέ τὴν ἐπεξεργασία τῆς ἀντλίας τοῦ ἀέρα καί τὴν χρησιμοποίησίν της στά χημικὰ πειράματα. Στὴ διάρκεια τοῦ ἐπόμενου αἰῶνα, χρησιμοποιῶντας αὐτὴν τὴν ἀντλία καί κάποιες ἄλλες συσκευές γιά ἀέρια, οἱ χημικοὶ ἔφτασαν προοδευτικὰ στήν ἀναγνώρισι ὅτι ὁ ἀέρας θά πρέπει νά εἶναι ἓνα δραστικὸ συστατικὸ στίς χημικὲς ἀντιδράσεις. Ἀλλὰ μέ λίγες ἐξαιρέσεις — τόσο ἀσαφεῖς κι αὐτές πού δέν εἶναι

6. T.S. Kuhn, *The Copernican Revolution* (Cambridge, Mass., 1957), σ. 135-143.

Ίσως κán εξαιρέσεις — οί χημικοί εξακολουθοῦσαν νά πιστεύουν ότι ὁ ἀέρας ἦταν τό μόνο εἶδος ἀερίου. Ὡς τό 1756 — ὁπότε ὁ Joseph Black ἔδειξε ότι ὁ «σταθερός ἀέρας» [fixed air] (CO_2) μποροῦσε πάντοτε νά διακριθεῖ ἀπό τόν κανονικό ἀέρα — δύο δείγματα ἀερίων θεωροῦνταν διαφορετικά μόνο ὡς πρὸς τό βαθμό καθαρότητάς τους⁷.

Μετά τόν Black, ἡ ἔρευνα τῶν ἀερίων προχώρησε γρήγορα, κυρίως ἀπό τό ἔργο τοῦ Cavendish, τοῦ Priestley καί τοῦ Scheele, πού κατάφεραν νά ἀναπτύξουν ἕναν ἀριθμό νέων τεχνικῶν διάκρισης ἐνός δείγματος ἀερίου ἀπό κάποιο ἄλλο. Ὅλοι αὐτοί, ἀπό τόν Black μέχρι τόν Scheele, πίστευαν στή φλογιστική θεωρία καί τή χρησιμοποιοῦσαν συχνά στό σχεδιασμό καί στίς ἐρμηνεῖες τῶν πειραμάτων. Καί ὄντως ὁ Scheele παρήγαγε πρῶτος ὀξυγόνο, μέσω μιᾶς σύνθετης ἀλυσίδας πειραμάτων πού προορίζονταν γιά τόν «ἀποφλογισμό» τῆς θερμότητος. Τό τελικό ἀποτέλεσμα τῶν πειραμάτων τους ἦταν μιᾶ ποικιλία ἀπό δείγματα καί ιδιότητες ἀερίων τόσο ἐξελιγμένη, ὥστε ἡ φλογιστική θεωρία φαινόταν ὄλο καί περισσότερο ἀνίκανη νά τά βγάλει πέρα μέ τήν ἐργαστηριακή ἐμπειρία. Κανείς ἀπό αὐτούς τοὺς χημικούς δέν ἰσχυρίστηκε ότι ἡ θεωρία ἔπρεπε νά ἀντικατασταθεῖ· ὄλοι ὁμως ἀδυνατοῦσαν νά τήν ἐφαρμόσουν μέ συνέπεια. Τόν καιρό πού ἄρχισε ὁ Lavoisier τά πειράματά του πάνω στους «ἀέρες», στίς ἀρχές τῆς δεκαετίας 1770, ὑπῆρχαν τόσες παραλλαγές τῆς φλογιστικῆς θεωρίας ὅσοι περίπου καί οί χημικοί τῶν ἀερίων⁸. Αὐτός ὁ πολλαπλασιασμός τῶν παραλλαγῶν μιᾶς θεωρίας εἶναι ἕνα πολύ συνηθισμένο σύμπτωμα κρίσης. Στόν πρόλογό του, ὁ Κοπέρνικος διαμαρτύρεται ἀκόμη καί γι' αὐτό τό γεγονός.

Ἡ αὔξηση τῆς ἀσάφειας καί ἡ μείωση τῆς χρησιμότητος τῆς φλογιστικῆς θεωρίας γιά τή χημεία τῶν ἀερίων δέν ἦταν, ὡστόσο, ἡ μοναδική πηγή τῆς κρίσης, πού ἀντιμετώπισε ὁ Lavoisier. Προσπάθησε ἀκόμη ἰδιαίτερα νά ἐξηγήσει τήν αὔξηση βάρους, πού τά περισσότερα σώματα παρουσιάζουν, ὅταν καίγονται ἢ ὑπερθερμαίνονται, ἕνα ἄλλο πρόβλημα μέ μεγάλη προῖστορία. Εἶναι σίγουρο ότι μερικοί τουλάχιστο Ἄραβες χημικοί γνώριζαν

7. J.R. Partington, *A Short History of Chemistry* (2η ἐκδ., London, 1951), σ. 48-51, 73-85, 90-120.

8. Ἐν καί τό κύριο ἐνδιαφέρον τους συγκεντρώνεται σέ μιᾶ λίγο μεταγενέστερη περίοδο, ἐντούτοις ἀρκετά σχετικό ὕλικό βρίσκεται διασκορπισμένο στό J.R. Partington καί Douglas Mckie «Historical Studies on the Phlogiston Theory», *Annals of Science*, II (1937), σ. 361-404. III (1938), 1-58, 337-371 καί IV (1939), σ. 337-71.

ὅτι ὀρισμένα μέταλλα κερδίζουν βάρος ὅταν ὑπερθερμαίνονται. Τό 17ο αἰ., ἀρκετοί ἐρευνητές, ξεκινώντας ἀπ' τό ἴδιο γεγονός, εἶχαν καταλήξει στό συμπέρασμα ὅτι τό μέταλλο πού ὑπερθερμαίνεται ἀπορροφᾷ ὀρισμένα συστατικά τῆς ἀτμόσφαιρας. Ἄλλά τό 17ο αἰ., αὐτό τό συμπέρασμα δέ φαινόταν δικαιολογημένο στούς περισσότερους χημικούς. Ἄφοῦ οἱ χημικές ἀντιδράσεις μπορούσαν νά μεταβάλλουν τόν ὄγκο, τό χρῶμα καί τήν ὑφή τῶν συστατικῶν, γιατί νά μήν μποροῦν νά μεταβάλλουν καί τό βάρος; Τό βάρος δέ θεωροῦνταν πάντοτε τό μέτρο τῆς ποσότητας τῆς ὕλης. Ἐξάλλου, ἡ αὔξηση βάρους κατὰ τήν ὑπερθέρμανση παρέμενε ἕνα μεμονωμένο φαινόμενο. Τά περισσότερα σώματα (π.χ. τό ξύλο) χάνουν βάρος, ὅταν ὑπερθερμαίνονται, καί αὐτό ἀκριβῶς ἦρθε ἀργότερα νά πεῖ καί ἡ φλογιστική θεωρία.

Στή διάρκεια τοῦ 18ου αἰ. ὅμως, αὐτές οἱ ἀρχικά ἱκανοποιητικές ἀπαντήσεις στό πρόβλημα τῆς αὔξησης τοῦ βάρους ἄρχισαν νά φαίνονται ὄλο καί περισσότερο ἀνεπαρκεῖς. Ἴσως ἐπειδή ὁ ζυγός καθιερώθηκε προοδευτικά ὡς βασικό χημικό ὄργανο, ἴσως, πάλι, ἐπειδή ἡ ἀνάπτυξη τῆς χημείας τῶν ἀερίων κατέστησε δυνατή καί ἐπιθυμητή τήν κατακράτηση τῶν ἀερίων προϊόντων τῶν ἀντιδράσεων, οἱ χημικοί ἀνακάλυψαν ὄλο καί περισσότερες περιπτώσεις, ὅπου ἡ ὑπερθέρμανση προκαλεῖ αὔξηση βάρους. Ταυτόχρονα, ἡ βαθμιαία ἀφομοίωση τῆς νευτώνιας θεωρίας τῆς βαρύτητας ὀδήγησε τούς χημικούς στό συμπέρασμα ὅτι αὔξηση βάρους πρέπει νά σημαίνει αὔξηση στήν ποσότητα τῆς ὕλης. Αὐτά τά συμπεράσματα δέν ὀδήγησαν στήν ἀπόρριψη τῆς φλογιστικῆς θεωρίας, γιατί ἡ θεωρία αὐτή εἶχε ἀκόμη τή δυνατότητα νά δέχεται ποικίλες τροποποιήσεις. Τό «φλογιστόν» θά μπορούσε λ.χ. νά ἔχει ἀρνητικό βάρος ἢ πάλι, καθὼς τό «φλογιστόν» ἐγκατέλειπε τό σῶμα, ἴσως νά εἰσχωροῦσαν σ' αὐτό σωματίδια φωτιάς ἢ κάτι παρόμοιο. Ὑπῆρχαν κι ἄλλες παρόμοιες ἐρμηνεῖες. Ἄν ὅμως τό πρόβλημα τῆς αὔξησης βάρους δέν ὀδήγησε στήν ἀπόρριψη, ὀδήγησε σ' ἕναν αὐξανόμενο ἀριθμό ἐιδικῶν μελετῶν, ὅπου τό πρόβλημα αὐτό φαινόταν μεγεθυμένο. Μία ἀπ' αὐτές τίς μελέτες μέ τίτλο «Περί τοῦ φλογιστοῦ, ὡς οὐσίας μετά βάρους καί περί τῶν προκαλουμένων ἀλλαγῶν εἰς τό βάρος σωμάτων, μετά τῶν ὁποίων ἐνοῦται» ἀνακοινώθηκε στή Γαλλική Ἄκαδημία, στίς ἀρχές τοῦ 1772, τή χρονιά δηλ. πού ἐκλείσει μέ τήν παράδοση τῆς περίφημης σφραγισμένης σημείωσης τοῦ Lavoisier στή Γραμματεία τῆς Ἄκαδημίας. Πρίν γραφεῖ αὐτή ἡ σημείωση, ἕνα πρόβλημα, πού γιά πολλά χρόνια ἔμενε στό περιθώριο τῆς προσοχῆς τῶν

χημικών, είχε φτάσει νά γίνει ένας κεντρικός άλτος γρίφος⁹. Αναπτύχτηκαν πολλές διαφορετικές παραλλαγές τής φλογιστικής θεωρίας για νά τόν λύσουν. "Όπως στήν περίπτωση τής χημείας τών αερίων, τά προβλήματα τής αύξησης βάρους καθιστούσαν όλο καί πιά δύσκολη τήν κατανόηση τής φλογιστικής θεωρίας. "Ένα Παράδειγμα τής χημείας τού 18ου αϊ. είχε άρχισεί βαθμιαία νά χάνει τή σαφήνεια καί τή μοναδικότητά του, άν καί διατηρούσε άκόμη τήν προτίμηση καί τήν έμπιστοσύνη τών ειδικών ώς έργαλειό έρευνας. "Όλο καί περισσότερο, όμως, ή έρευνα, στήν όποία όδηγούσε, έμοιαζε μ' αυτήν πού έπέβαλαν οί άντιμαχόμενες σχολές τής προ-Παραδειγματικής περιόδου, ένα άκόμη τυπικό χαρακτηριστικό κρίσης.

"Ας δούμε τώρα, ώς τρίτη καί τελευταία περίπτωση, τήν κρίση στή φυσική τού τέλους τού 19ου αϊ., πού προετοίμασε τό δρόμο για τήν εμφάνιση τής θεωρίας τής σχετικότητας. Μιά πηγή αυτής τής κρίσης μπορεί νά άνιχνευθεί στά τέλη τού 17ου αϊ., όποτε όρισμένοι φυσικοί φιλόσοφοι, καί κυρίως ό Leibniz, έκαναν κριτική στή διατήρηση άπό τόν Newton μιās αναχρονιστικής παραλλαγής τής κλασικής άντίληψης τού άπόλυτου χώρου¹⁰. Πλησίασαν πάρα πολύ, χωρίς όμως ποτέ νά τό όλοκληρώσουν, στό νά δείξουν ότι, στό σύστημα τού Newton, δέν είχαν καμιά άπολύτως λειτουργία ούτε οί άπόλυτες θέσεις ούτε οί άπόλυτες κινήσεις· καί κατάφεραν νά ύποδείξουν έμμεσα τήν ιδιαίτερη αισθητική έλξη, πού θά αποκάλυπτε άργότερα μιιά πλήρως σχετικιστική άντίληψη τού χώρου καί τού χρόνου. "Η κριτική τους όμως ήταν καθαρά λογική. "Όπως οί πρώτοι όπαδοί τού Κοπέρνικου, πού άσκούσαν κριτική στίς άριστοτελικές άποδείξεις για τήν άκίνησία τής γής, έτσι κι αυτοί δέ φαντάστηκαν ότι ή μετάβαση σ' ένα σχετικιστικό σύστημα μπορούσε νά έχει συνέπειες στό επίπεδο τής παρατήρησης. Σέ καμιά στιγμή δέ συνέδεσαν τήν όπτική τους μέ τά προβλήματα πού γεννούσε ή εφαρμογή τής νευτώνιας θεωρίας στή φύση. Τό άποτέλεσμα ήταν, ότι οί άπόψεις τους πέθαναν μαζί τους, στίς πρώτες δεκαετίες τού 18ου αϊ., για νά άναστηθοϋν πιά μόνο στό τέλος τού 19ου αϊ., όποτε απέκτησαν βέβαια μιιά πολύ διαφο-

9. H. Cuerlac, *Lavoisier - the Crucial Year* (Ithaca, N.Y., 1961). "Όλόκληρο τό βιβλίο είναι ένα ντοκουμέντο για τήν εξέλιξη καί τήν πρώτη άναγνώριση μιās κρίσης. Για μιιά καθαρή διατύπωση τής κατάστασης πού αντιμετώπισε ό Lavoisier, δές σ. 35.

10. Max Jammer, *Concepts of Space: The History of Theories of Space in Physics* (Cambridge, Mass., 1954), σ. 114-124.

ρετική σχέση με την πρακτική της φυσικής επιστήμης.

Τά τεχνικά προβλήματα, με τά όποια θά συνδυαστεί τελικά ή σχετικιστική αντίληψη του χώρου, άρχισαν νά εμφανίζονται στή φυσιολογική επιστήμη με την άποδοχή της κυματικής θεωρίας του φωτός, μετά δηλ. τό 1815 περίπου, χωρίς ώστόσο νά δημιουργήσουν καμιά κρίση ώς τό 1890. Άφού τό φώς είναι μιά κυματική κίνηση με μέσο διάδοσης ένα μηχανικό αϊθέρα πού ύπακούει στους νόμους του Newton, τότε καί ή ούράνια παρατήρηση καί τό έπίγειο πείραμα θά έπρεπε νά είναι θεωρητικά σέ θέση νά άνιχνεύσουν την άλλοίωση [drift: μεταβολή της συχνότητας των ταλαντώσεων] μέσα στον αϊθέρα¹¹. Άπό τό σύνολο των ούράνιων παρατηρήσεων, μόνο οί παρατηρήσεις της «παρέκκλισης» [aberration: φαινομενική μετατόπιση άστρου] μπορούσαν νά προσφέρουν άρκετή ακρίβεια, ώστε νά φτάσουμε σέ κάποια συμπεράσματα, καί έτσι ή επισήμανση της άλλοίωσης αϊθέρος, με μετρήσεις παρέκκλισης, έγινε ένα άναγνωρισμένο πρόβλημα για τή φυσιολογική έρευνα. Πολλές ειδικές συσκευές κατασκευάστηκαν γι' αυτό τό σκοπό. Οί συσκευές αυτές, όμως, δέν επισήμαναν καμιά παρατηρήσιμη άλλοίωση, καί τό πρόβλημα στή συνέχεια πέρασε άπ' τούς ειδικούς των πειραμάτων καί των παρατηρήσεων στους θεωρητικούς. Στά μέσα του αιώνα, ό Fresnel, ό Stokes καί άλλοι επινόησαν πολυάριθμες αναδιαρθώσεις της θεωρίας του αϊθέρα, προσπαθώντας νά εξηγήσουν γιατί άποτυγχάνει ή παρατήρηση της άλλοίωσης. Καθεμιά άπό τίς παραλλαγές αυτές στηριζόταν στην ύπόθεση ότι ένα κινούμενο σώμα παρασύρει μαζί του ένα κλάσμα του αϊθέρα. Καί καθεμιά κατάφερνε νά εξηγήσει ικανοποιητικά τά άρνητικά αποτελέσματα όχι μόνο των ούράνιων παρατηρήσεων, αλλά άκόμη καί των έπίγειων πειραμάτων, μεταξύ των οποίων καί τό περίφημο πείραμα των Michelson καί Morley¹².

11. [Ή ανάπτυξη της κυματικής θεωρίας του φωτός, της αντίληψης δηλ. ότι τό φώς διαδίδεται με τή μορφή κυμάτων στό χώρο, άπαιτούσε την ύπαρξη ενός μέσου διάδοσης. Ο αϊθέρας λοιπόν ήταν αυτό ακριβώς τό ύποτιθέμενο υλικό, πού θεωρούνταν άπόλυτα ελαστικό, ελαφρό, αλλά με μεγαλύτερη πυκνότητα άπό τό κενό. Παρά τίς προσπάθειες ό αϊθέρας βέβαια ούδέποτε άνιχνεύτηκε] σ.τ.έ.

12. [Τό περίφημο αυτό πείραμα (1887) θεωρήθηκε, εκ των ύστερων, ή κυριότερη άπόδειξη για την άνυπαρξία του αϊθέρα. Οί Michelson καί Morley προσπάθησαν νά δείξουν ότι ύπάρχει διαφορά στίς τιμές της ταχύτητας του φωτός όταν μετρούνταν στή διεύθυνση της περιστροφής της γής καί σέ γωνία 90°, διαφορά πού όφειλόταν στην ύπαρξη του αϊθέρα. Καμιά όμως τέτρια διαφορά δέν παρατηρήθηκε. Ή έρμηνεία του πειράματος δόθηκε τελικά άπό τούς Lorentz καί Fitzgerald καί όδήγησε στην ειδική θεωρία της σχετικότητας] σ.τ.έ.

Δέν υπήρχε ακόμη καμιά γενικότερη σύγκρουση, εκτός από τις αντιθέσεις ανάμεσα στις διάφορες παραλλαγές της θεωρίας του αιθέρα. Μέ την έλλειψη τών κατάλληλων πειραματικῶν τεχνικῶν, αὐτές οἱ αντιθέσεις οὐδέποτε ἔγιναν ὀξεῖες¹³.

Ἡ κατάσταση ἀλλάζει μόνο μέ τή βαθμιαία ἀποδοχή τῆς ἠλεκτρομαγνητικῆς θεωρίας τοῦ Maxwell, στά τελευταῖα 20 χρόνια τοῦ 19ου αἰ. Ὁ ἴδιος ὁ Maxwell πίστευε στή νευτώνια θεωρία καί θεωροῦσε ὅτι τόσο τό φῶς ὅσο καί ὁ ἠλεκτρομαγνητισμός γενικά ὀφείλονταν σέ ποικίλες μετατοπίσεις τῶν σωματιδίων ἑνός μηχανικοῦ αιθέρα. Οἱ πρώιμες ἐκδοχές τῆς θεωρίας του γιά τόν ἠλεκτρισμό καί τό μαγνητισμό στηρίζονταν σέ ὑποθετικές ιδιότητες μέ τίς ὁποῖες προίκιζε τόν αιθέρα. Αὐτές βέβαια ἀπορρίφθηκαν ἀπό τήν τελική ἐκδοχή τῆς θεωρίας του, ἀλλά συνέχισε νά πιστεύει ὅτι ἡ ἠλεκτρομαγνητική θεωρία δέν εἶναι ἀσυμβίβαστη μέ κάποια ἀναδιάρθρωση τῆς νευτώνιας μηχανικῆς ἀντίληψης¹⁴. Ἡ ἀνάπτυξη αὐτῆς τῆς ἐπιθυμητῆς ἀναδιάρθρωσης ἀποτέλεσε πρόκληση γι' αὐτόν καί τούς συνεχιστές του. Στήν πράξη, ὡστόσο — ὅπως συμβαίνει συνήθως στήν ἀνάπτυξη τῆς ἐπιστήμης — ἡ ἐπινόηση τῆς ἀναζητούμενης λύσης ἀποδείχτηκε τρομερά δύσκολη. Ὅπως ἀκριβῶς τό ἀστρονομικό πρόγραμμα τοῦ Κοπέρνικου, παρά τήν αἰσιοδοξία τοῦ δημιουργοῦ του, προκάλεσε μιᾶ ἀὔξουσα κρίση στίς τρέχουσες θεωρίες τῆς κίνησης, ἔτσι καί ἡ θεωρία τοῦ Maxwell, παρά τή νευτώνια καταγωγή της, δημιούργησε τελικά μιᾶ κρίση στό Παράδειγμα, ἀπ' τό ὁποῖο εἶχε ἀναδυθεῖ¹⁵. Μάλιστα, τό σημεῖο ὅπου ἡ κρίση ἔγινε πῶ ὀξεῖα, προῆλθε ἀπό τά προβλήματα πού μόλις εἶδαμε, δηλ. τά προβλήματα τῆς κίνησης μέσα στόν αιθέρα.

Ὁ σχολιασμός τοῦ Maxwell γιά τήν ἠλεκτρομαγνητική συμπεριφορά τῶν κινούμενων σωμάτων δέν ἔκανε καμιά ἀναφορά στήν παραμόρφωση τοῦ αιθέρα καί ἀποδείχτηκε πολύ δύσκολη ἡ εἰσαγωγή μιᾶς τέτοιας παραμόρφωσης στή θεωρία του. Τό ἀποτέλεσμα ἦταν ὅτι μιᾶ σειρά προηγούμενων ἐπινοήσεων γιά τήν ἀνίχνευση τῆς ἀλλοίωσης τοῦ αιθέρα πῆραν τό χαρακτήρα ἀνω-

13. Joseph Larmor, *Aether and Matter ... Including a Discussion of the Influence of the Earth's Motion on Optical Phenomena* (Cambridge, 1900), σ. 6-20, 320-22.

14. R.T. Glazebrook, *James Clerk Maxwell and Modern Physics* (London, 1896), κεφ. ix. Γιά τήν τελική θέση τοῦ Maxwell, δές τό δικό του βιβλίο, *A Treatise on Electricity and Magnetism* (3η ἐκδ., Oxford, 1892), σ. 470.

15. Γιά τό ρόλο τῆς ἀστρονομίας στήν ἀνάπτυξη τῆς μηχανικῆς, δές T.S. Kuhn, ὁ.π., κεφ. vii.

μαλιών. Κατά συνέπεια, μετά τό 1890, έκδηλώνονται πολλές απόπειρες, τόσο πειραματικές όσο και θεωρητικές, άφενός για νά άνιχνευθεί ή κίνηση σέ σχέση μέ τόν αιθέρα και άφετέρου για νά εισαχθεί ή παραμόρφωση του αιθέρα στη θεωρία του Maxwell. Τό πρώτο είδος έρευνας δέν κατέληξε πουθενά, άν και μερικοί έρευνητές θεώρησαν τά πορίσματά τους άμφίβολα. Τό δεύτερο δημιούργησε όρισμένες ύποθέσεις πού φάνηκαν γόνιμες, κυρίως του Lorentz και του Fitzgerald, αλλά ταυτόχρονα δημιούργησαν και άλλους πολλούς γρίφους και τελικά όδηγηθήκαμε σ' αυτόν άκριβώς τόν πολλαπλασιασμό των άντιμαχόμενων θεωριών, πού μόλις είδαμε ότι είναι τό χαρακτηριστικό των κρίσεων¹⁶. Μέσα από μία τέτοια ιστορική συγκυρία άναδύθηκε τό 1905, ή ειδική θεωρία τής σχετικότητας του Einstein.

Οί τρεις αυτές περιπτώσεις είναι έντελώς τυπικές. Κάθε φορά, ή νέα θεωρία έμφανίζεται μόνο μετά από μία όμολογημένη άποτυχία τής φυσιολογικής δραστηριότητας επίλυσης γρίφων. Έπιπλέον, μέ τήν εξαίρεση τής περίπτωσης του Κοπέρνικου, όπου παράγοντες έξωτερικοί στην έπιστήμη έπαιξαν έναν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο, αυτός ό κλονισμός και ό πολλαπλασιασμός των θεωριών, πού είναι τό σύμπτωμά του, έμφανίζονται μόνο 10 ή τό πολύ 20 χρόνια πριν από τή διαμόρφωση τής νέας θεωρίας. 'Η πρωτότυπη θεωρία παρουσιάζεται ως άμεση άπάντηση στην κρίση. 'Ας σημειωθεί άκόμη, χωρίς αυτό νά είναι πάντοτε τυπικό, ότι τά προβλήματα πού προκαλούν τόν κλονισμό έχουν, κατά κανόνα, άναγνωριστεί από πολύ παλιότερα. 'Η προηγούμενη πρακτική τής φυσιολογικής έπιστήμης είχε κάθε λόγο νά θεωρεί ότι τά έλυσε, όλοκληρωτικά ή ως ένα αρκετά μεγάλο βαθμό· τό γεγονός αυτό μās βοηθά νά καταλάβουμε για ποιό λόγο ή αίσθηση τής άποτυχίας, όταν πιά φτάνει, είναι τόσο όξεία. 'Η άποτυχία άπέναντι σέ ένα νέο είδος προβλημάτων προκαλεί συχνά άπογοήτευση αλλά ποτέ έκπληξη. Ούτε πάλι τά προβλήματα και οι γρίφοι ύποκύπτουν συνήθως στην πρώτη επίθεση. Τέλος, αυτές οι περιπτώσεις έχουν ένα άκόμη κοινό χαρακτηριστικό πού μπορεί νά κάνει πιό έντυπωσιακό τό ρόλο των κρίσεων: ή λύση σέ καθεμιά από αυτές τις περιπτώσεις είχε, τουλάχιστο ένμέρει, ήδη προταθεί σέ μία περίοδο όπου δέν υπήρχε καμιά κρίση στην άνάλογη έπιστήμη· και άκριβώς, επειδή δέν υπήρχε κρίση, αυτές οι προτάσεις είχαν περάσει άπαρατήρητες.

16. Whittaker, δ.π., I, σ. 386-410 και II (London, 1953), σ. 27-40.

Ἡ μοναδική πλήρης προ-κατάθεση εἶναι καί ἡ πιό διάσημη: πρόκειται γιά τήν πρόταση τοῦ ἡλιοκεντρικοῦ συστήματος ἀπό τόν Ἄρισταρχο, τόν 3ο αἰ. π.Χ. Λέγεται συχνά ὅτι ἂν ἡ ἑλληνική ἐπιστήμη δέ στηριζόταν τόσο πολύ στή λογική παραγωγή καί στά δόγματα, τό ἡλιοκεντρικό σύστημα θά μπορούσε νά ἀρχίσει νά ἀναπτύσσεται 18 αἰῶνες πρίν¹⁷. Κάτι τέτοιο ὅμως σημαίνει ἄγνοια τοῦ κοινωνικοῦ περιβάλλοντος. Ὅταν ὁ Ἄρισταρχος πρότεινε τό σύστημά του, τό πολύ περισσότερο ὀρθολογικό γεωκεντρικό σύστημα δέν παρουσίαζε κανένα κενό πού θά μπορούσε, ἔστω καί ὑποθετικά, νά καλύψει τό ἡλιοκεντρικό. Ἡ ὄλη ἀνάπτυξη τῆς πτολεμαϊκῆς ἀστρονομίας, τόσο οἱ θρίαμβοι ὅσο καί οἱ κλονισμοί, ἔρχεται μετά τήν πρόταση τοῦ Ἄρισταρχου. Ἐπιπλέον, δέν ὑπῆρχαν καθόλου προφανεῖς λόγοι γιά νά πάρει κανεῖς στά σοβαρά τόν Ἄρισταρχο. Ἀκόμη καί τό πολύ πιό ἐξελιγμένο σύστημα τοῦ Κοπέρνικου δέν ἦταν οὔτε ἀπλούστερο οὔτε ἀκριβέστερο ἀπό τό σύστημα τοῦ Πτολεμαίου. Τά διαθέσιμα τέστ παρατήρησης, ὅπως θά δοῦμε καθαρότερα στή συνέχεια, δέν προμήθευαν καμιά βάση γιά τήν ἐπιλογή ἀνάμεσά τους. Κάτω ἀπ' αὐτές τίς περιστάσεις, ἕνας ἀπό τούς παράγοντες πού ὀδήγησαν τούς ἀστρονόμους στόν Κοπέρνικο (ἕνας παράγοντας πού δέ θά μπορούσε νά τούς εἶχε ὀδηγήσει στόν Ἄρισταρχο) ἦταν ἡ ἀναγνωρισμένη κρίση, ἡ ὁποία ἦταν κυρίως ὑπεύθυνη γιά τήν ἔλευση τῆς καινοτομίας. Ἡ πτολεμαϊκή ἀστρονομία δέν εἶχε καταφέρει νά λύσει τά προβλήματά της· εἶχε φτάσει ἡ ὥρα νά δοθεῖ μιὰ εὐκαιρία σ' ἕναν ἀνταγωνιστή της. Οἱ ἄλλες δύο περιπτώσεις μας δέν παρουσιάζουν πλήρεις προ-καταθέσεις. Ἀλλά, χωρίς ἀμφιβολία, ἕνας λόγος γιά τόν ὁποῖο οἱ θεωρίες τῆς καύσης μέ ἀπορρόφηση ἀπό τήν ἀτμόσφαιρα —θεωρίες τοῦ 17ου αἰ., πού προτάθηκαν ἀπό τούς Rey, Hooke καί Mayow — ἀπέτυχαν νά κερδίσουν μιὰ ἱκανοποιητική ἀποδοχή, ἦταν ὅτι δέ συνδέθηκαν μέ κάποιο ἀναγνωρισμένο προβληματικό σημεῖο στή φυσιολογική ἐπιστημονική πρακτική¹⁸. Καί τό γεγονός ὅτι παραμελήθηκαν γιά τόσο καιρό ἀπό τούς ἐπιστήμονες τοῦ 18ου καί τοῦ 19ου αἰ. οἱ σχετικιστικές κριτικές τοῦ Newton, θά πρέπει σέ μεγάλο

17. Γιά τό ἔργο τοῦ Ἄρισταρχου δές T.L. Heath, *Aristarchus of Samos: The Ancient Copernicus*, (Oxford, 1913), μέρος II. Γιά μιὰ ἀκραία ἐκτίμηση στό παραδοσιακό πλαίσιο γιά τήν ἀγνόηση τοῦ ἔργου τοῦ Ἄρισταρχου δές Arthur Koestler, *The Sleepwalkers: A History of Man's Changing Vision of the Universe* (London, 1959), σ. 50.

18. Partington, ὁ.π., σ. 78-85.

βαθμό νά ὀφείλεται σέ μιὰ παρόμοια ἔλλειψη σύγκρουσης.

Οἱ φιλόσοφοι τῆς ἐπιστήμης ἔχουν ἐπανελημμένα ἀποδείξει ὅτι, σέ μιὰ συγκεκριμένη συλλογή δεδομένων, μποροῦν πάντοτε νά θεμελιωθοῦν δύο ἢ περισσότερες θεωρητικές κατασκευές. Ἡ ἱστορία τῶν ἐπιστημῶν πάλι δείχνει ὅτι, στά πρώτα ἰδίως στάδια τῆς ἀνάπτυξης ἑνός νέου Παραδείγματος, δέν εἶναι καθόλου δύσκολο ἀκόμη καί νά ἐπινοήσουμε τέτοιες ἐναλλακτικές λύσεις. Ἄλλά ἡ ἐπινοήση τῶν ἐναλλακτικῶν λύσεων εἶναι ἀκριβῶς αὐτό πού δέ γίνεται σχεδόν ποτέ (παρά μόνο στή διάρκεια τῶν προ-Παραδειγματικῶν σταδίων τῆς ἀνάπτυξης τῆς ἐπιστήμης καί σέ πολύ εἰδικές περιπτώσεις στήν μετέπειτα ἐξέλιξη). Ὅσον καιρό τά ἐργαλεῖα πού παρέχει τό Παράδειγμα συνεχίζουν νά ἀποδεικνύονται ἱκανά νά λύνουν τά προβλήματα πού αὐτό προσδιορίζει, ἡ ἐπιστήμη ἐξελίσσεται γρηγορότερα καί προχωρεῖ σέ περισσότερο βάθος μέ τήν πιστή χρησιμοποίηση αὐτῶν τῶν ἐργαλείων. Ἡ αἰτία εἶναι ἐμφανής. Ὅπως στό ἐργοστάσιο ἔτσι καί στήν ἐπιστήμη — ἡ ἀντικατάσταση τοῦ ἐξοπλισμοῦ εἶναι μιὰ ὑπερβολή πού φυλάγεται μόνο γιά τή συγκυρία πού θά τήν ἐπέβαλε. Ἡ σημασία τῶν κρίσεων ἔγκειται στήν ἔνδειξη πού παρέχουν ὅτι μιὰ τέτοια συγκυρία ἔχει φτάσει.

VIII. Ἡ ἀντίδραση στήν κρίση

Ἄς δεχτοῦμε, λοιπόν, ὅτι οἱ κρίσεις εἶναι ἀπαραίτητη προϋπόθεση γιά τήν ἐμφάνιση νέων θεωριῶν καί ἄς θέσουμε τώρα τό ἐρώτημα πῶς οἱ ἐπιστήμονες ἀντιδρῶν σ' αὐτές τίς κρίσεις. Ἐνα προφανές ἀλλά καί σημαντικό μέρος τῆς ἀπάντησης μπορεῖ νά δοθεῖ, ἂν παρατηρήσουμε τί δέν κάνουν ποτέ οἱ ἐπιστήμονες, ὅταν ἀντιμετωπίζουν ἀκόμη καί τίς πιό σοβαρές καί ἐπίμονες ἀνωμαλίες. Μπορεῖ λοιπόν νά ἀρχίσουν νά χάνουν τήν πίστη τους καί στή συνέχεια νά ξεετάζουν κάποιες ἄλλες λύσεις, δέν ἀπαρνοῦνται ὅμως τό Παράδειγμα πού τοὺς ὀδήγησε σέ κρίση. Μ' ἄλλα λόγια, δέ θεωροῦν ποτέ τίς ἀνωμαλίες ἀντενδείξεις [counterinstances] — ἂν καί στήν ὀρολογία τῆς ἐπιστημολογίας αὐτό ἀκριβῶς εἶναι οἱ ἀνωμαλίες. Αὐτή ἡ ἐκτίμηση βγαίνει ἀπλοῦστατα ἀπό τά ἱστορικά γεγονότα, στηρίζεται σέ περιπτώσεις, ὅπως αὐτές πού εἶδαμε καί ὅπως αὐτές πού θά δοῦμε ἐκτενέστερα στή συνέχεια. Μᾶς ὀδηγοῦν σ' αὐτό πού θά ἀποκαλυφτεῖ ξεκάθαρα, ὅταν πιά ξεετάσουμε τή διαδικασία ἀπόρριψης τῶν Παραδειγμάτων: μιᾶ ἐπιστημονική θεωρία, ἀπ' τή στιγμή πού ἀποκτᾶ τό κύρος Παραδείγματος, δέ χάνει τήν ἐγκυρότητά της παρά μόνο, ὅταν ὑπάρχει ἓνα ἐναλλακτικό Παράδειγμα γιά νά πάρει τή θέση της. Ἡ ἱστορική μελέτη τῆς ἐπιστημονικῆς ἀνάπτυξης δέν ἔχει ἀποκαλύψει καμιᾶ ἀπολύτως διαδικασία πού νά μοιάζει μέ τό μεθοδολογικό στερεότυπο τῆς «διάψευσης» [falsification] μετά ἀπό ἄμεση σύγκριση μέ τή φύση¹. Αὐτή ἡ παρατήρηση δέ ση-

1. [Σύμφωνα μέ τή θετικιστική ἐπιστημολογία — δές εἰσαγωγή τοῦ ἐπιμελητῆ — μιᾶ ἐπιστημονική θεωρία ἔχει «διαψευστεῖ» ἀπ' τά γεγονότα ὅταν, μετά ἀπό μιᾶ ἄμεση σύγκριση τῆς θεωρίας καί τῆς φυσικῆς πραγματικότητας, μιᾶ ἐμπειρική συνέπεια τῆς θεωρίας ἔρχεται σέ ἀντίθεση μέ τά γεγονότα. Μιᾶ «ἀνωμαλία» λοιπόν στήν ὀρολογία τοῦ Kuhn εἶναι μιᾶ «ἀντένδειξη» γιά τοὺς ἐπιστημολόγους πού ὀδηγεῖ στή διάψευση τῆς θεωρίας. Ὁ Kuhn ἀρνεῖται ἀκριβῶς αὐτή τή λογική.

μαίνει ότι οι επιστήμονες δεν απορρίπτουν επιστημονικές θεωρίες, ούτε ότι η εμπειρία και τό πείραμα δεν είναι ουσιαστικά σημεία μιᾶς τέτοιας διαδικασίας απόρριψης. Ἐκείνο ὅμως πού ἐννοεῖ εἶναι —κάτι πού θά ἀποδειχτεῖ κεντρικό σημεῖο τελικά— ὅτι ἡ διαδικασία τῆς ἀπόφασης, πού ὀδηγεῖ τούς επιστήμονες στήν ἀπόρριψη μιᾶς ἀποδεκτῆς ὡς τότε θεωρίας, δέ στηρίζεται ποτέ ἀπλῶς σέ μιᾶ σύγκριση τῆς θεωρίας αὐτῆς καί τῆς φύσης. Ἡ ἀπόφαση τῆς ἀπόρριψης ἑνός Παραδείγματος εἶναι πάντοτε ταυτόχρονα ἡ ἀπόφαση γιά τήν ἀποδοχή ἑνός ἄλλου Παραδείγματος· καί ἡ διαπραγμάτευση πού ὀδηγεῖ σ' αὐτή τήν ἀπόφαση περιλαμβάνει τόσο τή σύγκριση τῶν δύο Παραδειγμάτων μέ τή φύση ὅσο καί τή σύγκριση τῶν Παραδειγμάτων μεταξύ τους.

Ἡ ἀμφιβολία μας γιά τό ὅτι οι επιστήμονες ἀπορρίπτουν τά Παραδείγματα, ἐπειδή ἀντιμετωπίζουν ἀνωμαλίες ἢ ἀντενδείξεις, ἐνισχύεται καί ἀπό ἕναν ἀκόμη, δεύτερο λόγο. Ἀναπτύσσοντάς τον, θά προδιαγράψουμε μία ἀκόμη ἀπό τίς κύριες θέσεις αὐτοῦ τοῦ βιβλίου. Οἱ αἰτίες τῆς ἀμφιβολίας πού μόλις ἀναφέραμε ἦταν καθαρά στηριγμένες στά γεγονότα: ἔχουμε, δηλαδή, ἀντενδείξεις γιά τήν ὀρθότητα μιᾶς κυρίαρχης ἐπιστημολογικῆς θεωρίας. Ἄν, λοιπόν, αὐτό πού ὑποστήριζα εἶναι σωστό, στήν καλύτερη περίπτωση θά καταφέρουν νά δημιουργήσουν μιᾶ κρίση ἢ, πιά σωστά, νά ἐνισχύσουν μιᾶ κρίση πού ἤδη προϋπάρχει. Δέν μπορούν, ἀπό μόνες τους, νά διαψεύσουν αὐτή τή φιλοσοφική θεωρία, ἀφοῦ οἱ ὑποστηρικτές της θά κάνουν αὐτό πού μόλις εἶδαμε τούς επιστήμονες νά κάνουν, ὅταν ἀντιμετώπισαν ἀνωμαλίες. Θά ἐπινοήσουν πολυάριθμες ἀναδιάρθρωσεις καί *ad hoc* τροποποιήσεις τῆς θεωρίας τους, προκειμένου νά ἐξαφανίσουν κάθε ἐμφανή σύγκρουση². Πολλές, μάλιστα, ἀπό τίς σχετικές τροποποιήσεις ὑπάρχουν ἤδη στήν εἰδική βιβλιογραφία. Ἄν, ὥστόσο, αὐτές οἱ ἐπιστημολογικές ἀντενδείξεις πρόκειται νά ἀποτελέσουν κάτι παραπάνω ἀπό δευτερεύουσες ἐνοχλήσεις, αὐτό ὀφείλεται στό ὅτι συντελοῦν στήν ἐμφάνιση μιᾶς νέας καί διαφορετικῆς ἀνάλυσης τῆς ἐπιστήμης, στά πλαίσια τῆς ὁποίας δέν εἶναι πιά πηγές προβλημάτων. Θά λέγαμε, μάλιστα, ὅτι ἄν εἶναι δυνατό νά εφαρμοστεῖ ἐδῶ μιᾶ τυπική δομή, πού θά ἀνιχνεύσουμε παρακάτω στίς ἐπι-

¹ Ἡ ἀπόρριψη μιᾶς θεωρίας δέν εἶναι μιᾶ δυαδική σχέση — θεωρία, πραγματικότητα — ἀλλά μιᾶ τριαδική — Παράδειγμα I, πραγματικότητα, Παράδειγμα II] σ.τ.ε.

2. [«*ad hoc*» τροποποίηση μιᾶς θεωρίας εἶναι ἡ ἐκ τῶν ὑστέρων ἀναδιάρθρωση μιᾶς θεωρίας προκειμένου νά συμβιβαστεῖ μέ ἕνα νέο εἶδος δεδομένων πού φαίνονται ἀρχικά νά τή διαψεύδουν] σ.τ.ε.

στημονικές επαναστάσεις, τότε αυτές οι άνωμαλίες παύουν πιά να φαίνονται ως άπλά γεγονότα. Μέσα από μία νέα θεωρία τής επιστημονικής γνώσης, μπορούν πιά αντίθετα να μοιάζουν με ταυτολογίες, διαπιστώσεις για καταστάσεις που δέ θά μπορούσαν να γίνουν κατανοητές διαφορετικά³.

Έχουν, λ.χ., συχνά επισημάνει ότι ο δεύτερος νόμος τής κίνησης του Newton, αν και χρειάστηκε αιώνες δύσκολης έρευνας στά γεγονότα και στη θεωρία για να ολοκληρωθεί, αντιμετώπιζεται, από αυτούς που αποδέχονται τήν νευτώνια θεωρία, ως μία καθαρά λογική άρχή, που δέν μπορεί να διαψευστεί από κανένα σύνολο παρατηρήσεων⁴. Στο κεφ. X, θά δούμε ότι ο χημικός νόμος τών σταθερών αναλογιών, που πρίν από τον Dalton ήταν ένα περιστασιακό πειραματικό εύρημα, πολύ άμφίβολης γενικότητας, έγινε, μετά τήν έργασία του Dalton, ένα συστατικό του όρισμού τής χημικής ένωσης, που καμιά πειραματική έρευνα δέ θά μπορούσε από μόνη της να ανατρέψει. Κάτι τέτοιο στηρίζει τή γενίκευση ότι οι επιστήμονες αποφεύγουν να άπορρίψουν τά Παραδείγματα, όταν έρχονται άντιμέτωπα με άνωμαλίες ή άντενδείξεις. Δέ θά μπορούσαν να κάνουν τό άντίθετο όσον καιρό παραμένουν επιστήμονες.

Αν και ή ιστορία δέ φαίνεται να έχει καταγράψει τά όνόματά τους, ύπάρχουν σίγουρα άνθρωποι που έφτασαν να εγκαταλείψουν τήν επιστήμη, γιατί δέν κατάφεραν να ύπομείνουν τήν κρίση. Όπως οι καλλιτέχνες, έτσι και οι δημιουργικοί επιστήμονες πρέπει κατά καιρούς να είναι ικανοί να ζούν σ' έναν κόσμο χωρίς συνοχή — περιέγραφα κάπου άλλου αυτή την άναγκαιότητα ως «τήν ουσιάδη ένταση» που ένυπάρχει στην επιστημονική έρευνα⁵. Μία τέτοια άπόρριψη τής επιστήμης για χάρη μιās άλλης άσχολι-

3. [Τό έπιχείρημα του Kuhn είναι τό εξής: ή ιστορική έρευνα δείχνει ότι οι επιστήμονες δέν εγκαταλείπουν ένα Παράδειγμα μόνο και μόνο έπειδή συνάντησε άνωμαλίες. Όπως όμως ή θεωρία τής «διάψευσης» δέν ισχύει στην επιστήμη, δέν ισχύει και στην επιστημολογία. Έτσι, τά ιστορικά δεδομένα δέν άρκοουν για τήν άπόρριψη μιās κυρίαρχης επιστημολογικής άντίληψης — τής θετικιστικής: Δημιουργούν όμως μία κρίση στην επιστημολογία και προετοιμάζουν τό έδαφος για νέες και άντίθετες φιλοσοφικές θεωρήσεις] σ.τ.έ.

4. Δές ιδιαίτερα τή συζήτηση που ύπάρχει στό N.R. Hanson, *Patterns of Discovery* (Cambridge, 1958), σ. 99-105 [ό δεύτερος νόμος τής κίνησης του Newton — $F = m \cdot \gamma$: ή επιτάχυνση ενός σώματος είναι άνάλογη με τή δύναμη που έξασκείται σ' αυτό — θεωρήθηκε δηλ. τόσο αυτόνοτος, ώστε ήταν άδύνατο να φανταστούμε κάποια κατάσταση που θά τον διέψευδε] σ.τ.έ.

5. T.S. Kuhn, «The Essential Tension: Tradition and Innovation in Scientific

ας είναι, νομίζω, ή μοναδική περίπτωση άπορριψης Παραδείγματος εξαιτίας τών ίδιων τών άντενδείξεων. Άπό τή στιγμή πού έχει βρεθεί ένα πρώτο Παράδειγμα, μέσα άπ' τό όποιο βλέπουμε τή φύση, δέν ύπάρχει δυνατότητα έρευνας χωρίς Παράδειγμα. Τό νά άπορρίπτουμε ένα Παράδειγμα, χωρίς νά τό άντικαθιστούμε μέ κάποιο άλλο, ισοδυναμεί μέ τό νά άπορρίπτουμε τήν ίδια τήν έπιστήμη. Αυτή ή πράξη βαρύνει όχι τό Παράδειγμα αλλά τόν άνθρωπο. Άναπόφευκτα, θά άντιμετωπιστεί άπό τούς συναδέλφους του ως «τεχνίτης πού του φταίνει τά εργαλεία του».

Ή παρατήρηση αυτή μπορεί νά γίνει, μέ τήν ίδια τουλάχιστο όρθότητα, και άντίστροφα: δέν ύπάρχει έρευνα χωρίς άντενδείξεις. "Όμως, τί είναι αυτό πού διαφοροποιεί τή φυσιολογική έπιστήμη άπό τήν έπιστήμη σέ κατάσταση κρίσης; "Όχι, βέβαια, τό ότι ή πρώτη δέν άντιμετωπίζει άντενδείξεις. Άντίθετα, ό,τι πρίν όνομάσαμε γρίφους, πού άποτελοϋν τή φυσιολογική έπιστήμη, ύπάρχει μόνο και μόνο, επειδή κανένα Παράδειγμα, πού προσφέρει μιá βάση για έπιστημονική έρευνα, δέ λύνει ποτέ μέ πληρότητα όλα τά προβλήματά του. Τά ελάχιστα Παραδείγματα πού κάποτε φάνηκαν νά τά καταφέρνουν (π.χ. ή γεωμετρική όπτική), σύντομα σταμάτησαν νά γεννοϋν προβλήματα έρευνας και έγιναν εργαλεία για τούς μηχανικούς. Κάθε πρόβλημα πού ή φυσιολογική έπιστήμη θεωρεί γρίφο, μέ τήν εξáιρεση τών καθαρά εργαλειακών προβλημάτων, μπορεί νά ειδωθεί, άπό μιá άλλη όπτική γωνία ως άντένδειξη και, επομένως, ως πηγή κρίσης. "Ο Κοπέρνικος είδε ως άντενδείξεις αυτά πού οι περισσότεροι άπό τούς συνεχιστές του Πτολεμαίου άντιμετώπιζαν ως γρίφους στό συνταίριασμα θεωρίας και παρατήρησης. "Ο Lavoisier είδε μιá άντένδειξη εκεί πού ό Priestley είχε δει έναν ικανοποιητικά λυμένο γρίφο στη διάρθρωση τής φλογιστικής θεωρίας. Και ό Einstein είδε ως άντενδείξεις αυτά πού ό Lorentz, ό Fitzgerald και άλλοι έβλεπαν ως γρίφους στη διάρθρωση τών θεωριών του Newton και του Maxwell. Μάλιστα, ούτε άκόμη ή ύπαρξη κρίσης άπό μόνη της μετατρέπει ένα γρίφο σέ άντένδειξη. Δέν ύπάρχει μιá τέτοια σαφής διαχωριστική γραμμή. Άντίθετα, πολλαπλασιάζοντας τίς παραλλαγές του Παραδείγματος, ή κρίση χαλαρώνει τούς

Research», στό *The Third (1959) University of Utah Research Conference on the Identification of Creative Scientific Talent*, ed. Calvin W. Taylor (Salt Lake City, 1959), σ. 162-177. Για τό συγκρίσιμο φαινόμενο στους καλλιτέχνες, δές Frank Barron, «The Psychology of Imagination», *Scientific American*, CXCIX, (September, 1958), σ. 151-166, ιδιαίτερα σ. 160.

κανόνες τῆς φυσιολογικῆς ἐπίλυσης γρίφων, ὥστε τελικά ἐπιτρέπεται σ' ἓνα νέο Παράδειγμα νά ἀναδυθεῖ. Ὑπάρχουν, πιστεύω, μόνο δύο ἐναλλακτικές λύσεις: ἢ καμιά ἐπιστημονική θεωρία δέν ἀντιμετωπίζει ποτέ ἀντένδειξη ἢ ὅλες οἱ ἐπιστημονικές θεωρίες ἀντιμετωπίζουν συνεχῶς ἀντενδείξεις.

Πῶς ὁμως μπόρεσαν αὐτά τὰ πράγματα νά φανοῦν διαφορετικά; Ἡ ἐρώτηση αὐτή μᾶς ὀδηγεῖ ἀναπόφευκτα στήν ἱστορική καί κριτική ἐξέταση τῆς φιλοσοφίας, καί ἐδῶ ἔχουμε ἀποκλείσει τέτοια θέματα. Μποροῦμε, ὥστόσο, νά ἐπισημάνουμε τουλάχιστο δύο λόγους, γιά τούς ὁποίους ἡ ἐπιστήμη φάνηκε νά προσφέρει μιά τόσο κατάλληλη ἐπιβεβαίωση τῆς γενικῆς πρότασης ὅτι ἡ ἀλήθεια καί τό λάθος προσδιορίζονται ἀποκλειστικά καί κατηγορηματικά ἀπό τήν ἀντιπαράθεση τοῦ ἰσχυρισμοῦ καί τοῦ γεγονότος. Ἡ φυσιολογική ἐπιστήμη πρέπει καί ὄντως ἀγωνίζεται νά φέρει τή θεωρία καί τό γεγονός σέ πληρέστερη συμφωνία, καί αὐτή ἡ δραστηριότητα μπορεῖ εὐκόλα νά εἰδωθεῖ ὡς ὑποβολή σέ τέστ ἢ ὡς ἀναζήτηση ἐπικύρωσης ἢ διάψευσης. Στήν πραγματικότητα, ὁ σκοπός της εἶναι νά λύσει γρίφους, γιά τήν ἴδια τήν ὑπαρξή τῶν ὁποίων προαπαιτεῖται ἡ ἐγκυρότητα τοῦ Παραδείγματος. Ἡ ἀποτυχία νά φτάσει σέ μιά λύση, ζημιώνει μόνο τόν ἐπιστήμονα καί ὄχι τήν θεωρία. Ἐδῶ, περισσότερο ἀκόμη κι ἀπό πρῖν, ἰσχύει ἡ παροιμία: «τοῦ κακοῦ τεχνίτη τοῦ φταῖνε πάντα τὰ ἐργαλεῖα του». Ἐπιπλέον, ὁ τρόπος μέ τόν ὁποῖο ἡ παιδαγωγική τῆς ἐπιστήμης μπλέκει τή συζήτηση μιᾶς θεωρίας μέ παρατηρήσεις πάνω στίς ὑποδειγματικές ἐφαρμογές της, συντελεῖ στήν ἐνίσχυση μιᾶς «θεωρίας τῆς ἐπικύρωσης», πού ἀντλεῖται κυρίως ἀπό ἄλλες πηγές. Ὁ ἀναγνώστης ἐνός ἐπιστημονικοῦ ἐγχειριδίου, ἂν βοηθηθεῖ ἐλάχιστα, μπορεῖ εὐκόλα νά καταλάβει ὅτι οἱ ἐφαρμογές εἶναι στοιχεῖα γιά τήν ἐγκυρότητα μιᾶς θεωρίας, εἶναι οἱ λόγοι γιά τούς ὁποίους ἡ θεωρία θά ἔπρεπε νά γίνεῖ πιστευτή. Οἱ σπουδαστές ὁμως μᾶς ἐπιστήμης ἀποδέχονται τίς θεωρίες ὄχι ἐξαιτίας τῶν στοιχείων, ἀλλά ἀντίθετα ἐξαιτίας τῆς αὐθεντίας τοῦ καθηγητῆ καί τοῦ ἐπιστημονικοῦ ἐγχειριδίου. Τί ἄλλο θά μπορούσαν νά κάνουν ἢ τί ἄλλες ἰκανότητες θά μπορούσαν νά ἔχουν; Οἱ ἐφαρμογές πού δίνονται στά ἐγχειρίδια δέν παρουσιάζονται ὡς στοιχεῖο ἐγκυρότητας ἀλλά βρίσκονται ἐκεῖ, ἐπειδή ἡ ἐκμάθησή τους εἶναι μέρος τῆς ἐκμάθησης τοῦ Παραδείγματος, στή βάση τῆς τρέχουσας πρακτικῆς. Ἄν οἱ ἐφαρμογές διατυπώνονταν ὡς ἀπλές ἐνδείξεις, τότε ἡ ἴδια ἡ ἀδυναμία τῶν ἐγχειριδίων νά προτείνουν ἐναλλακτικές ἐρμηνεῖς

ή νά εξετάσουν προβλήματα γιά τά όποια οί έπιστήμονες δέν κατάφεραν νά δώσουν Παραδειγματικές λύσεις θά σήμαινε ότι οί συγγραφείς τους είχαν ύπερβολική προκατάληψη. Δέν ύπάρχει όμως ούτε ή παραμικρή αίτία γιά μιá τέτοια κατηγορία.

Γιά νά ξαναγυρίσουμε λοιπόν στην άρχική έρώτηση, μέ ποιό τρόπο οί έπιστήμονες αντιδρούν, όταν αντιλαμβάνονται μιá άνωμαλία στη σχέση θεωρίας και φύσης; Αιτά πού μόλις είπαμε δείχνουν ότι ούτε και μιá ανεξήγητα μεγαλύτερη άσυμφωνία, σέ σχέση μέ τίς έμπειρίες από άλλες εφαρμογές, δέ θά προκαλέσει κατ' ανάγκη κάποια ιδιαίτερα έντονη αντίδραση. 'Υπάρχουν πάντοτε όρισμένες άσυμφωνίες. Συνήθως, άκόμη και οί πιό έπίμονες στό τέλος έπιλύονται στη φυσιολογική πρακτική. Πολύ συχνά, οί έπιστήμονες είναι πρόθυμοι νά περιμένουν, ιδίως όταν ύπάρχουν πολλά άνοιχτά προβλήματα σέ άλλα σημεία του τομέα. "Έτσι, λ.χ., έπισημάναμε ότι, 60 χρόνια μετά τόν άρχικό ύπολογισμό του Newton, ή πρόβλεψη γιά τήν κίνηση του περιγείου τής σελήνης παρέμενε μόνο ή μισή από αυτήν πού είχε παρατηρηθεί. 'Ενώ οί καλύτεροι μαθηματικοί και φυσικοί τής Εύρώπης έξακολουθούσαν χωρίς έπιτυχία νά παλεύουν μέ τήν πασίγνωστη άσυμφωνία, ύπήρξαν κάποιες περιστασιακές προτάσεις γιά τήν τροποποίηση του νευτώνιου νόμου του αντίστροφου τετραγώνου. Κανείς όμως δέν πήρε σοβαρά αυτές τίς προτάσεις και τελικά ή ύπομονή άπέναντι σ' αυτή τή σημαντική άνωμαλία άποδείχτηκε δικαιολογημένη. Τό 1750, ό Clairaut κατάφερε νά δείξει ότι μόνο τό μαθηματικό μέρος τής εφαρμογής ήταν λανθασμένο, και ότι ή νευτώνια θεωρία θά μπορούσε νά μείνει όπως ήταν⁶. 'Ακόμη και στίς περιπτώσεις, όπου δέ φαίνεται πιθανό κάποιο άπλό λάθος (ίσως γιατί τό μαθηματικό μέρος είναι άπλούστερο ή άνήκει σ' ένα οικείο και δοκιμασμένο τύπο), ή έπίμονη και άναγνωρισμένη άνωμαλία δέ φέρνει πάντοτε κρίση. Κανένας δέν άμφισβήτησε σοβαρά τή νευτώνια θεωρία έξαιτίας των πασίγνωστων άσυμφωνιών άνάμεσα στίς προβλέψεις αυτής τής θεωρίας και τήν ταχύτητα του ήχου, από τή μιá, και τήν τροχιά του 'Ερμή, από τήν άλλη. 'Η πρώτη άσυμφωνία έπιλύθηκε τελικά, και άρκετά άπρόσμενα, από πειράματα πάνω στη θερμότητα, πού έγιναν γιά πολύ διαφορετικό σκοπό· ή δεύτερη διαλύθηκε μέ τή γενική θεωρία τής σχετικότητας, μετά από μιá

6. W. Whewell, *History of the Inductive Sciences* (άν. έκδ., London, 1847), II, σ. 220-21.

κρίση, στη δημιουργία τής οποίας ή άσυμφωνία αυτή δέν έπαιξε κανένα ρόλο⁷. Είναι προφανές ότι καμιά από τις δύο δέ φάνηκε άρκετά θεμελιακή, ώστε νά προκαλέσει τή δυσφορία, πού συνοδεύει μιά κρίση. Μπόρεσαν, λοιπόν, νά αναγνωριστούν ως άντενδείξεις καί, όμως, νά τεθούν στό περιθώριο γιά μελλοντική έρευνα.

“Επεται ότι μιά άνωμαλία, γιά νά προκαλέσει κρίση, θά πρέπει νά είναι συνήθως κάτι περισσότερο από μιά άνωμαλία. Υπάρχουν πάντοτε δυσκολίες σέ κάποιο σημείο τής προσαρμογής Παραδείγματος-φύσης· οι περισσότερες έναρμονίζονται άργά ή γρήγορα, συχνά μέσα από άπρόσμενες διαδικασίες. ‘Ο έπιστήμονας πού σταματά νά εξετάζει όλες τις άνωμαλίες πού συναντά, σπάνια θά καταφέρει νά κάνει κάποια σημαντική δουλειά. Θά πρέπει, επομένως, νά αναρωτηθούμε τί είναι αυτό πού κάνει μιά άνωμαλία νά συγκεντρώνει τή συνεχή έξονυχιστική έρευνα, αλλά σέ μιά τέτοια έρώτηση μάλλον δέν υπάρχει μιά πλήρης γενική άπάντηση. Οι περιπτώσεις πού έχουμε εξετάσει είναι βέβαια χαρακτηριστικές αλλά δέν επιβάλλουν ένα αναγκαίο πόρισμα. Μερικές φορές, μιά άνωμαλία θέτει καθαρά υπό άμφισβήτηση όρισμένες ρητές καί θεμελιώδεις γενικεύσεις του Παραδείγματος, όπως τό πρόβλημα τής παραμόρφωσης του αιθέρα γιά όσους αποδέχονταν τή θεωρία του Maxwell.” Η πάλι, μιά άνωμαλία χωρίς έμφανή θεμελιώδη σημασία μπορεί νά προκαλέσει κρίση, αν οι εφαρμογές πού άπαγορεύει έχουν μιά ιδιαίτερη πρακτική σπουδαιότητα, όπως στην περίπτωση τής κοπερνίκειας επανάστασης οι εφαρμογές γιά τό σχεδιασμό του ήμερολογίου καί γιά τήν άστρολογία. Τέλος, όπως στην χημεία του 18ου αι., ή ανάπτυξη τής φυσιολογικής έπιστήμης μπορεί νά μετατρέψει μιά άνωμαλία, πού στό παρελθόν ήταν μιά άπλή ένόχληση, σέ πηγή κρίσης· έτσι τό πρόβλημα των αναλογιών βάρους είχε μιά έντελώς διαφορετική σημασία μετά τήν εξέλιξη των τεχνικών τής χημείας των αερίων. “Ίσως νά υπάρχουν καί άλλες άκόμη περιστάσεις πού κάνουν μιά άνωμαλία ιδιαίτερα πειστική, καί κατά κανόνα πολλές από αυτές θά συνδυάζονται κάθε φορά. “Έτσι, λ.χ., αναφέραμε ότι μιά πηγή τής κρίσης πού αντιμετώπισε ό Κοπέρνικος ήταν τό ίδιο τό χρονικό διάστημα,

7. Γιά τήν ταχύτητα του ήχου, δες T.S. Kuhn, «The Caloric Theory of Adiabatic Compression», *Isis*, XLIV (1958), σ. 136-137. Γιά τήν έκατονταετή τροποποίηση στο περιήλιο του Έρμη, δες E.T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, II (London, 1953), σ. 151, 179.

στή διάρκεια του οποίου οι άστρονόμοι δέν κατάφεραν νά μειώσουν τίς ύπολειπόμενες άσυμφωνίες στό πτολεμαϊκό σύστημα.

“Όταν, γι’ αυτούς τούς λόγους ή γιά κάποιους παρόμοιους, μιá άνωμαλία φτάσει νά φαίνεται όχι πιά ένας άκόμη άπλός γρίφος τής φυσιολογικής επιστήμης, ή μετάβαση στην κρίση και στην «ιδιόρρυθμη» επιστήμη έχει άρχισει. ‘Η ίδια ή άνωμαλία καταλήγει νά αναγνωρίζεται από όλο και περισσότερα μέλη του κλάδου, και νά τής δίνεται μεγαλύτερη προσοχή. “Αν συνεχίσει νά αντίσταται, αντίθετα μέ ό,τι γίνεται συνήθως, τότε πολλοί επιστήμονες φτάνουν νά θεωρούν τήν επίλυσή της ως τό κύριο αντίκειμενο τής δουλειάς τους. Γι’ αυτούς είναι σαν νά έχει αλλάξει πιά τό ίδιο τό πεδίο. “Ενα μέρος τής διαφοροποίησης ξεκινά άπλούστατα από τό νέο σημείο προσήλωσης τής επιστημονικής όξυδέρκειας. Μιά άκόμη πιά σημαντική πηγή άλλαγής είναι ή άποκλίνουσα φύση τών πολυάριθμων μερικών λύσεων πού κάνει δυνατές ή συγκέντρωση τής προσοχής στό πρόβλημα. Οί άρχικές προσεγγίσεις του προβλήματος άκολουθούν άρκετά πιστά τούς κανόνες του Παραδείγματος. ‘Αλλά μέ τή συνεχιζόμενη αντίσταση, όλο και περισσότερες επιθέσεις στό πρόβλημα προϋποθέτουν κάποια δευτερεύουσα ή όχι τόσο, δευτερεύουσα αναδιάρθρωση του Παραδείγματος: καμιά από αυτές δέν ταυτίζεται μέ κάποια άλλη, όλες είναι ένμέρει επιτυχημένες, αλλά καμιά δέν είναι τόσο επιτυχημένη, ώστε νά γίνει άποδεκτή από τήν ομάδα ως Παράδειγμα. Μέσα από τόν πολλαπλασιασμό τών διαφορετικών αναδιρθρώσεων (πού όλο και πιά συχνά καταλήγουν νά θεωρούνται *ad hoc* προσαρμογές), οί κανόνες τής φυσιολογικής επιστήμης γίνονται προοδευτικά συγκεχυμένοι. “Αν και εξακολουθει νά ύπάρχει ένα Παράδειγμα, ελάχιστοι έρευνητές συμφωνούν πλήρως στό ποιά είναι αυτό τό Παράδειγμα. ‘Ακόμη και καθιερωμένες τοπικές λύσεις προβλημάτων φτάνουν νά άμφισβητούνται.

“Όταν είναι όξεία ή κατάσταση αυτή, μερικές φορές αναγνωρίζεται από τούς ίδιους τούς επιστήμονες πού τή ζούν. ‘Ο Κοπέρνικος διαμαρτυρόταν ότι στίς μέρες του οί άστρονόμοι ήταν τόσο «άσυνεπείς στίς [άστρονομικές τους] έρευνες... πού δέν μπορούν νά έξηγήσουν ή νά παρατηρήσουν ούτε καν τό σταθερό διάστημα του έποχιακού έτους». «Μ’ αυτούς», συνεχίζει, «συμβαίνει ό,τι και μ’ έναν καλλιτέχνη πού θά έθετε τά χέρια, τά πόδια, τό κεφάλι και τά άλλα μέλη στην ζωγραφιά του, παίρνοντάς τα

από διαφορετικά μοντέλα, πού θα ζωγράφιζε τέλεια τό καθένα, ἀλλά χωρίς νά τά συνδέει σ' ἕνα μοναδικό ἀνθρώπινο σῶμα· ἀπό τή στιγμή πού, κατά κανένα τρόπο, δέ θά συνδυάζονταν μεταξύ τους, τό ἀποτέλεσμα θά ἦταν μᾶλλον ἕνα τέρας παρά ἕνας ἀνθρώπος»⁸. Ὁ Einstein χρησιμοποιοῦντας μιὰ λιγότερο διανθισμένη γλώσσα, ἔγραψε μόνο αὐτό: «Εἶναι σάν νά ἔχει ἀποτραβηχτεῖ τό ἔδαφος κάτω ἀπό τά πόδια τοῦ καθενός, καί νά μή φαίνεται πουθενά μιὰ σταθερή ἀρχή, πάνω στήν ὁποία νά μπορεῖ κανεῖς νά οἰκοδομήσει ὅτιδήποτε»⁹. Καί ὁ Wolfgang Pauli ἔγραψε σ' ἕνα φίλο του, μερικούς μῆνες πρὶν ἀπό τή δημοσίευση τοῦ ἄρθρου τοῦ Heisenberg πάνω στή μηχανική τῶν μητρῶν, πού ἀνοίξε τό δρόμο πρὸς μιὰ νέα θεωρία τῶν κβάντα: «Γιά τήν ὥρα ἡ φυσική βρίσκεται πάλι σέ τρομερή σύγχυση. Ὅπως καί νά ἔχουν τά πράγματα, ὅλα αὐτά εἶναι πολύ δύσκολα γιά μένα καί θά ἤθελα νά ἤμουν ἡθοποιός ἢ κάτι παρόμοιο καί νά μήν ἔχω ἀκούσει τίποτα σχετικό μέ τή φυσική». Αὐτή ἡ μαρτυρία γίνεται ἰδιαίτερα ἐντυπωσιακή, ἂν ἀντιπαρατεθεῖ μέ τά λόγια τοῦ Pauli, λιγότερο ἀπό 5 μῆνες ἀργότερα: «Ὁ τύπος τῆς μηχανικῆς πού ἔφερε ὁ Heisenberg μοῦ ἔδωσε ξανά ἐλπίδα καί χαρά γιά τή ζωή. Στήν πραγματικότητα, δέ λύνει βέβαια ὀριστικά τό αἰνίγμα, πιστεῶ ὁμως ὅτι ἔγινε ξανά δυνατό νά προχωρήσουμε μπροστά»¹⁰.

Τέτοιου εἴδους ρητές ἀναγνωρίσεις τοῦ κλονισμοῦ εἶναι πάρα πολύ σπάνιες· οἱ συνέπειες, ὥστόσο, τῆς κρίσης δέν ἐξαρτῶνται ἀποκλειστικά ἀπό τή συνειδητή ἐπίγνωσή της. Ποιές ὁμως εἶναι αὐτές οἱ συνέπειες; Μόνο δύο μοιάζουν νά εἶναι καθολικές. Ὅλες οἱ κρίσεις ξεκινοῦν ἀπό τήν ἐξασθένηση ἐνός Παραδείγματος καί τήν ἐπακόλουθη χαλάρωση τῶν κανόνων τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης. Ἀπ' αὐτήν τήν ἄποψη, ἡ ἔρευνα στή διάρκεια τῆς κρίσης μοιάζει πάρα πολύ μέ τήν ἔρευνα στή διάρκεια τῆς προ-Παραδειγματικῆς περιόδου, μέ τή διαφορά ὅτι, στήν πρώτη περίπτωση, τό πλάτος τῆς διαφωνίας εἶναι πιό περιορισμένο καί πιό καθαρά ἐκφρασμένο. Καί ὅλες οἱ κρίσεις κλείνουν μέ ἕναν ἀ-

8. Παρατίθεται στό T.S. Kuhn, *The Copernican Revolution* (Cambridge, Mass., 1957), σ. 138.

9. Albert Einstein, «Autobiographical Note», in *Albert Einstein: Philosopher – Scientist*, ed. P.A. Schilpp (Evanston, Ill., 1949), σ. 45.

10. Ralph Kronig, «The Turning Point», στό *Theoretical Physics in the Twentieth Century: A Memorial Volume to Wolfgang Pauli*, ed. M. Fierz and V.F. Weisskopf, (New York, 1960), σ. 22, 25-26. Ἐνα μεγάλο μέρος αὐτοῦ τοῦ ἄρθρου περιγράφει τήν κρίση στήν κβαντική μηχανική, στά χρόνια ἀμέσως πρὶν ἀπό τό 1925.

πό 3 δυνατούς τρόπους. Μερικές φορές, ή φυσιολογική επιστήμη καταφέρνει τελικά νά χειραγωγήσει τό πρόβλημα πού προκαλεί τήν κρίση, παρά τήν άπογοήτευση εκείνων πού είχαν δει σ' αυτό τό τέλος ενός ύπάρχοντος Παραδείγματος. Σ' άλλες περιπτώσεις, τό πρόβλημα άνθίσταται άκόμη και στίς ριζικά νέες προσεγγίσεις. Οί επιστήμονες τότε μπορεί νά καταλήξουν ότι στό άμεσο μέλλον δέ θά ύπάρξει λύση στήν κατάσταση πού επικρατεί στό πεδίο. Τό πρόβλημα βαφτίζεται μ' ένα όνομα και τίθεται στό περιθώριο για μία καινούρια γενιά μέ πίο εξελιγμένα έργαλεία. Τέλος, — τρίτη δυνατότητα πού, κατά κύριο λόγο, μάς ενδιαφέρει έδω— ή κρίση μπορεί νά κλείσει μέ τήν εμφάνιση ενός νέου ύποψήφιου Παραδείγματος και τή μάχη πού ακολουθεί για τήν άποδοχή του. 'Ο τρίτος αυτός τρόπος κατάληξης θά άναπτυχτεί λεπτομερειακά στά επόμενα κεφάλαια, πρέπει όμως νά προτρέξουμε λίγο σ' αυτά πού θά είπωθούν, προκειμένου νά συμπληρωθούν αυτές οι παρατηρήσεις για τήν εξέλιξη και τήν άνατομία τής κατάστασης κρίσης.

'Η μετάβαση από ένα Παράδειγμα σε κρίση σε ένα νέο, άπ' όπου θά άναδυθεί μία νέα παράδοση φυσιολογικής έρευνας, είναι κάτι πολύ διαφορετικό από μία συσσωρευτική διαδικασία, μία διαδικασία πού επιτυγχάνεται μέ τή διάρθρωση και τήν επέκταση του παλιού Παραδείγματος. Πρόκειται μάλλον για μία άνακατασκευή του πεδίου από νέα θεμέλια, μία άνακατασκευή πού τροποποιεί όρισμένες από τίς πίο στοιχειώδεις θεωρητικές γενικεύσεις του πεδίου, όπως και πολλές από τίς μεθόδους και τίς εφαρμογές του Παραδείγματος. Στή διάρκεια τής μεταβατικής περιόδου, ύπάρχει μία έκτεταμένη, αλλά ποτέ πλήρης, άλληλοεπικάλυψη άνάμεσα στα προβλήματα πού μπορούν νά λυθούν από τό παλιό και από τό νέο Παράδειγμα. 'Υπάρχει, όμως, και μία άποφασιστική διαφορά στους τρόπους επίλυσης. "Όταν ή μετάβαση ολοκληρώνεται, ό κλάδος θά έχει αλλάξει τίς άπόψεις του για τόν τομέα, τίς μεθόδους του και τούς σκοπούς του. "Ένας διορατικός ιστορικός, βλέποντας μία κλασική περίπτωση επαναπροσανατολισμού μιās επιστήμης μέ Παραδειγματική άλλαγή, τήν περιέγραψε πρόσφατα ως «γύρισμα των πραγμάτων από τήν άνάποδη», μία διαδικασία πού σημαίνει «νά κρατάς τήν ίδια δέση δεδομένων όπως πριν, αλλά νά τά συναρμολογείς σε ένα νέο σύστημα άμοιβαίων σχέσεων δίνοντάς τους μία νέα δομή»¹¹.

11. Herbert Butterfield, *The Origins of Modern Science, 1300-1800* (London,

Όρισμένοι άλλοι, πού επισήμαναν αυτήν τήν πλευρά τῆς ἐπιστημονικῆς ἐξέλιξης, τόνισαν τήν ὁμοιότητά της μέ μιὰ ἀλλαγὴ στὴν ὀπτική gestalt [μορφή]: τὰ σημάδια στοῦ χαρτί πού στὴν ἀρχὴ φαίνονταν σάν ἓνα πουλί, τώρα φαίνονται σάν μιὰ ἀντιλόπη ἢ ἀντίστροφα¹². Αὐτός ὁ παραλληλισμός μπορεῖ νά μᾶς παραπλανή-σει. Οἱ ἐπιστήμονες δέ βλέπουν κάτι σάν κάτι ἄλλο· ἀντίθετα, ἀπλῶς τό βλέπουν. Ἔχουμε ἤδη ἐξετάσει μερικά ἀπό τὰ προβλήματα πού δημιουργεῖ ἡ ἔκφραση: ὁ Priestley εἶδε τό ὀξυγό-νο ὡς ἀποφλογισμένο ἀέρα. Ἐπιπλέον, ὁ ἐπιστήμονας δέν ἔχει τήν ἴδια δυνατότητα ἐλευθερίας μέ αὐτόν πού ὑφίσταται ἓνα πεί-ραμα gestalt νά μεταπηδᾷ ἀπό τόν ἓνα τρόπο ὄρασης στόν ἄλλο. Παρόλα αὐτά, ἡ ἐναλλαγή gestalt, ἰδίως ἐπειδὴ εἶναι τόσο οἰκεία σήμερα, παραμένει ἓνα χρήσιμο στοιχειῶδες πρότυπο γιά ὅ,τι συμβαίνει σέ μιὰ ὀλοκληρωμένη ἀλλαγὴ Παραδείγματος.

Ὅσα εἶπαμε πρέπει νά μᾶς διευκολύνουν νά ἀναγνωρίσουμε ὅτι ἡ κρίση εἶναι ὁ προάγγελος τῆς ἐμφάνισης νέων θεωριῶν —τὴ στιγμή μάλιστα πού ἔχουμε ἤδη ἐξετάσει μιὰ μικρογραφία τῆς ἴδιας διαδικασίας μιλώντας γιά τήν ἐμφάνιση τῶν ἀνακαλύψεων. Ἀκριβῶς ἐπειδὴ ἡ ἐμφάνιση μιᾶς νέας θεωρίας ἐρχεται σέ ρῆξη μέ μιὰ παράδοση ἐπιστημονικῆς πρακτικῆς καί εἰσάγει μιὰ νέα παράδοση, πού καθοδηγεῖται ἀπό διαφορετικούς κανόνες μέσα σέ ἓνα διαφορετικό λογικό σύμπαν, εἶναι φυσικό νά ἐρχεται μόνο, ὅταν ἡ πρώτη παράδοση δίνει τήν αἴσθηση ὅτι ἔχει βγεῖ ἀπ' τό σωστό δρόμο. Αὐτὴ ἡ παρατήρηση, ὡστόσο, τό μόνο πού πετυχαίνει εἶναι νά μᾶς ὀδηγήσει στή διερεύνηση τῆς κατάστα-σης κρίσης καί, δυστυχῶς, τὰ ἐρωτήματα πού γεννιοῦνται τότε ἀπαιτοῦν τίς γνώσεις ἐνός ψυχολόγου, ἀκόμη περισσότερο καί ἀπό τίς γνώσεις ἐνός ιστορικοῦ. Πῶς εἶναι ἡ «ιδιόρρυθμη» ἔρευνα; Μέ ποιόν τρόπο ἡ ἀνωμαλία συμμορφώνεται μέ τούς φυσικούς νόμους; Πῶς προχωροῦν οἱ ἐπιστήμονες, ὅταν τό μόνο πού γνωρίζουν εἶναι ὅτι κάτι πῆγε ἐντελῶς στραβά, σ' ἓνα πεδίο ὅπου δέν ἔχουν κανένα ἐφόδιο ἀπό τήν ἐκπαίδευσή τους; Αὐτά τὰ ἐρωτήματα ἀπαιτοῦν πολύ περισσότερη διερεύνηση καί ὄχι μόνο ιστορικῆς φύσης. Ὅ,τι θά ἀκολουθήσει ἔχει κατ' ἀνάγκη τὴ μορφή ὑπόθεσης καί εἶναι ἐπομένως πολύ λιγότερο πλῆρες ἀπ' τὰ προηγούμενα.

Συχνά ἓνα νέο Παράδειγμα ἐμφανίζεται, σέ ἐμβρυακὴ του-

1949), σ. 1-7.

12. Hanson, ὁ.π., κεφ. i.

λάχιστο κατάσταση, πρίν ακόμη αναπτυχτεί ιδιαίτερα μιά κρίση ή αναγνωριστεί κατηγορηματικά. Τό έργο του Lavoisier αποτελεί μιά τέτοια περίπτωση. Ἡ σφραγισμένη του σημείωση κατατέθηκε στη Γαλλική Ἀκαδημία, πρίν περάσει ένας χρόνος ἀπό τήν πρώτη λεπτομερειακή μελέτη τῶν σχέσεων βάρους στη φλογιστική θεωρία καί πρίν ἀποκαλυφτεί ἡ πλήρης ἔκταση τῆς κρίσης στη χημεία τῶν ἀερίων ἀπό τίς δημοσιεύσεις τοῦ Priestley. Ἡ ἀκόμη, οἱ πρῶτες θεωρίες τοῦ Thomas Young γιά τήν κυματική θεωρία τοῦ φωτός παρουσιάστηκαν σ' ἕνα πολύ πρῶιμο στάδιο τῆς ἐξελισσόμενης κρίσης στήν ὀπτική, μιά κρίση πού θά περνοῦσε σχεδόν ἀπαρατήρητη, ἄν δέν εἶχε καταλήξει σ' ἕνα διεθνές ἐπιστημονικό σκάνδαλο, δέκα χρόνια μετά τά πρῶτα γραπτά τοῦ Young, καί χωρίς καμιά δικιά του ἀνάμειξη στό σκάνδαλο. Σέ τέτοιες περιπτώσεις, τό μόνο πού μπορεῖ νά πεί κανεῖς εἶναι, ὅτι ἕνας δευτερεύων κλωνισμός τοῦ Παραδείγματος καί μιά ἐλάχιστη σύγχυση στούς κανόνες τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης ἦταν ἀρκετά γιά νά ὀδηγήσουν κάποιον σέ ἕνα νέο τρόπο ἀντίληψης. Ὅ,τι μεσολάβησε ἀνάμεσα στήν πρώτη αἴσθηση τοῦ προβλήματος καί τή διαμόρφωση μιᾶς διαθέσιμης ἐναλλακτικῆς λύσης θά πρέπει νά ἦταν, σέ μεγάλο βαθμό, ἀσυνείδητο.

Σ' ἄλλες περιπτώσεις, ὥστόσο, — ὅπως λ.χ. τοῦ Κοπέρνικου, τοῦ Einstein ἢ τῆς σύγχρονης πυρηνικῆς θεωρίας— μεσολαβεῖ σημαντικό χρονικό διάστημα ἀνάμεσα στήν πρώτη συνειδητοποίηση τοῦ κλωνισμοῦ καί τήν ἐμφάνιση ἑνός νέου Παραδείγματος. Ὅταν συμβαίνει αὐτό, ὁ ἱστορικός μπορεῖ νά συλλάβει μερικές τουλάχιστο ἐνδείξεις τοῦ τί εἶναι ἡ ἰδιόρρυθμη ἐπιστήμη. Ὅταν ἀντιμετωπίζει μιά πραγματικά οὐσιαστική ἀνωμαλία στη θεωρία, ὁ ἐπιστήμονας συνήθως στήν ἀρχή προσπαθεῖ νά τήν ἀπομονώσει μέ περισσότερη ἀκρίβεια καί νά τῆς δώσει συγκεκριμένη μορφή. Ἄν καί γνωρίζει πιά ὅτι οἱ κανόνες τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης εἶναι σχετικά ἀνεπαρκεῖς, θά προσπαθήσει νά τοῦς ἐφαρμόσει μέ περισσότερη ἀπό τότε ἐπιμονή γιά νά διαπιστώσει ἀκριβῶς σέ ποιοῦ βαθμό καί σέ ποιά ἔκταση μποροῦν νά λειτουργήσουν στήν περιοχὴ τῆς δυσκολίας. Ταυτόχρονα θά ἀναζητήσῃ τρόπους γιά νά μεγεθύνῃ τόν κλωνισμό, γιά νά τόν κάνει πιο ἐντυπωσιακό, ἴσως καί πιο δηλωτικό ἀπ' ὅσο ἦταν, ὅταν ἀποκαλύφθηκε γιά πρώτη φορά ἀπό πειράματα, τά πορίσματα τῶν ὁποίων θεωροῦνται ἐξαρχῆς δεδομένα. Καί στίς ὑστατες προσπάθειές του —περισσότερο ἀπό κάθε ἄλλη περίοδο ἀνάπτυξης τῆς ἐπιστήμης— θά φτάσει νά συμφωνεῖ μέ τήν κυρίαρχη εἰκόνα πού ἔχουμε

για τόν επιστήμονα. Θά μᾶς δώσει τήν ἐντύπωση ὅτι εἶναι ὁ ἄνθρωπος πού ψάχνει στήν τύχη, πού δοκιμάζει πειράματα μόνο καί μόνο γιά νά δεῖ τίς θά συμβεῖ, πού ἀναζητεῖ ἕνα φαινόμενο, χωρίς νά μπορεῖ νά μαντέψει τήν ἀκριβή φύση του. Ταυτόχρονα, ἀφοῦ κανένα πείραμα δέν μπορεῖ νά σχεδιαστεῖ χωρίς κάποιου εἶδους θεωρία, ὁ επιστήμονας σέ κρίση θά προσπαθεῖ συνεχῶς νά διατυπώσει ἀφηρημένες θεωρίες οἱ ὁποῖες, ἂν εἶναι ἐπιτυχημένες, μποροῦν νά ἀνοίξουν τόν δρόμο γιά ἕνα νέο Παράδειγμα καί, ἂν εἶναι λανθασμένες, μποροῦν νά ἐγκαταλειφθοῦν μέ σχετική εὐκολία.

Ἡ ἔκθεση τοῦ Kepler γιά τή μακρόχρονη πάλη του μέ τήν τροχιά τοῦ Ἄρη καί ἡ περιγραφή τοῦ Priestley γιά τήν ἀντίδραση του στόν πολλαπλασιασμό τῶν νέων ἀερίων ἀποτελοῦν κλασικές ἀναφορές γιά τή μορφή τῆς σχετικά τυχαίας ἔρευνας πού προκαλεῖ ἡ ἐπίγνωση μιᾶς ἀνωμαλίας¹³. Ἄλλά ἴσως ἡ πιό διαφωτιστική περίπτωση νά ἔρχεται ἀπό τή σύγχρονη ἔρευνα στή θεωρία τῶν πεδίων καί στά θεμελιώδη σωματίδια. Πῶς θά μποροῦσε νά φανεῖ δικαιολογημένη ἡ τεράστια προσπάθεια πού ἀπαιτήθηκε γιά τήν ἀνίχνευση τοῦ νετρίνου, ἂν δέν ὑπῆρχε μιᾶ κρίση πού μᾶς ἀνάγκαζε νά διαπιστώσουμε πόσο πολύ μποροῦν νά ἐπεκταθοῦν οἱ κανόνες τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης; Ἡ πάλι, πῶς θά ἦταν δυνατό νά φτάσει νά προταθεῖ καί νά δοκιμαστεῖ ἡ ριζοσπαστική θεωρία τῆς μή διατήρησης τῆς ὁμοτιμίας [parity], ἂν αὐτοί οἱ κανόνες δέν εἶχαν ἐμφανῶς καταρριφθεῖ σέ κάποιο ἀπροσδιόριστο σημεῖο¹⁴; Ὅπως ἀκριβῶς ἕνα μεγάλο ποσοστό τῆς ἔρευνας τῆς τελευταίας δεκαετίας στή φυσική, αὐτά τά πειράματα ἦταν ἐνμέρει ἀπόπειρες νά βρεθεῖ καί νά καθοριστεῖ ἡ

13. Γιά μιᾶ περιγραφή τῶν ἐργασιῶν τοῦ Kepler γιά τόν Ἄρη, δές J.L.E. Dreyer, *A History of Astronomy from Thales to Kepler* (2η ἐκδ., New York, 1953), σ. 380-393. Οἱ περιστασιακές ἀνακρίβειες δέν ἐμποδίζουν τή σύντομη ἐξιστόρηση τοῦ Dreyer ἀπό τό νά παρέχει τό ὕλικό πού χρειαζόμαστε ἐδῶ. Γιά τόν Priestley, δές τή δική του ἐργασία *Experiments and Observations on Different Kinds of Air* (London, 1774-75).

14. [Ἡ μή-διατήρηση τῆς ὁμοτιμίας ἀναφέρεται ἐδῶ ὡς περίπτωση πού ἔρχεται σέ ἀντίθεση μέ στέρεες πεποιθήσεις τοῦ κοινοῦ νοῦ. Ἡ διατήρηση τῆς ὁμοτιμίας ἐπιβάλλει ὅτι δέν μπορεῖ νά γίνει καμιᾶ θεμελιώδης διάκριση ἀνάμεσα στό ἀριστερό καί τό δεξιό: ὅτι οἱ νόμοι τῆς φυσικῆς εἶναι οἱ ἴδιοι εἴτε ἔχουμε ὡς βάση ἕνα δεξιόστροφο σύστημα συντεταγμένων εἴτε ἕνα ἀριστερόστροφο. Τό 1957 ὁμως ἀποδείχτηκε ὅτι ἡ ἀρχή αὕτη παραβιάζεται ἀπό ὀρισμένες ἀλληλεπιδράσεις στοιχειωδῶν σωματιδίων — τίς λεγόμενες «ἀσθενεῖς πυρηνικές ἀλληλεπιδράσεις». Αὐτό σημαίνει ὅτι ἡ διάκριση ἀνάμεσα στό ἀριστερό καί τό δεξιό δέν εἶναι συμβατική ἀλλά θεμελιώδης, ἕνα συμπέρασμα ριζοσπαστικό] σ.τ.έ.

πηγή ενός συγκεχυμένου ακόμη συνόλου άνωμαλιών.

Αυτός ο τύπος ιδιόρρυθμης έρευνας συνοδεύεται συχνά, αλλά όχι πάντοτε, από έναν άλλο. Πιστεύω ότι, ιδίως στις περιόδους έμφανούς κρίσης, οι επιστήμονες στρέφονται στη φιλοσοφική ανάλυση ψάχνοντας τό κλειδί των αιγιμάτων του τομέα τους. Γενικά οι επιστήμονες ούτε θέλουν ούτε χρειάζεται να είναι φιλόσοφοι. Πράγματι, ή φυσιολογική επιστήμη συνήθως κρατιέται σε άπόσταση ασφαλείας από τη φιλοσοφία και μάλλον έχει τό λόγο της. "Όσον καιρό ή φυσιολογική έρευνητική δουλειά μπορεί να καθοδηγηθεί, χρησιμοποιώντας ένα Παράδειγμα ως μοντέλο, δέν είναι ανάγκη να γίνεται εκδηλη μνεία των υποθέσεων και των κανόνων. Στο κεφ. V, μάλιστα είδαμε ότι δέ χρειάζεται καν να υπάρχει ένα πλήρες σύνολο κανόνων, όπως αυτό που άναζητεί ή φιλοσοφική ανάλυση. Αυτό όμως δέ σημαίνει ότι δέν μπορεί κάλλιστα ή άνίχνευση βασικών υποθέσεων (ά-κόμη και άνυπαρκτων) να είναι ένας άποτελεσματικός τρόπος για να μειωθεί τό κύρος μιās παράδοσης και για να προταθεί μιá καινούρια. Δέν είναι τυχαίο τό ότι ή εμφάνιση τής νευτώνιας φυσικής στό 17ο αί. και τής σχετικότητας και τής κβαντομηχανικής στόν 20ο αί. προετοιμάστηκαν και συνοδεύτηκαν και οι δύο από θεμελιώδεις φιλοσοφικές αναλύσεις πάνω στις έρευνητικές παραδόσεις¹⁵. Ούτε πάλι είναι σύμπτωση ότι και στις δύο αυτές περιόδους τά όνομαζόμενα νοητικά πειράματα [thought experiments] έπαιξαν ένα τόσο σημαντικό ρόλο στην πρόοδο τής έρευνας. "Όπως έχω δείξει άλλοι, ό αναλυτικός νοητικός πειραματισμός, που άφθονεί στα γραπτά του Γαλιλαίου, του Einstein, του Bohr και άλλων, έχει σχεδιαστεί για να εκθέτει στην ύπαρχουσα γνώση τό παλιό Παράδειγμα μέ τέτοιο τρόπο, που όδηγει στόν προσδιορισμό τής ρίζας τής κρίσης μέ ακρίβεια, που δέν μπορούμε να πετύχουμε στό έργαστήρι¹⁶.

Μέ τή μεμονωμένη ή ταυτόχρονη ανάπτυξη αυτών των δύο

15. Για τή φιλοσοφική άντιχηση που συνόδεψε τή μηχανική του 17ου αί., δές René Dugas, *La mécanique au XVII^e siècle* (Neuchatel, 1954), ιδίως τό κεφ. xi. Για τό παρόμοιο επεισόδιο του 19ου αί., δές τό πρώμο βιβλίο του ίδιου συγγραφέα *Histoire de la mécanique* (Neuchatel, 1950), σ. 419-43.

16. T.S. Kuhn, «A Function of Thought Experiments», στό *Mélanges Alexandre Koyré*, ed. R. Taton και I.B. Cohen (Paris, 1963), [ό όρος «νοητικό πείραμα» παραπέμπει σε διανοητικές κατασκευές, που περιγράφουν άφηρημένες διατάξεις και έξετάζουν τά πιθανά άποτελέσματα μιās πειραματικής διαδικασίας. "Όπως φαίνεται από τίς λέξεις, τά πειράματα αυτά δέν εκτελούνται στό έργαστήριό αλλά στη σκέψη] σ.τ.έ.

ιδιόρρυθμων διαδικασιών, μπορεί να συμβεί και κάτι άλλο. Μέ τó να συγκεντρώνει τήν προσοχή τών επιστημόνων σε μιά περιορισμένη προβληματική περιοχή και μέ τó να αυξάνει τή δεκτικότητα τους στήν αναγνώριση τών πειραματικών άνωμαλιών, ή κρίση óδηγει συχνά στόν πολλαπλασιασμό τών ανακαλύψεων. Είδαμε μέ ποιό τρόπο ή επίγνωση τής κρίσης διαφοροποιούσε τή δουλειά του Lavoisier πάνω στό óξυγόνο από τή δουλειά του Priestley και τó óξυγόνο δέν ήταν τó μόνο νέο άεριο πού μόρεσαν να ανακαλύψουν, μελετώντας τή δουλειά του Priestley, οί χημικοί πού είχαν επίγνωση τής άνωμαλίας. "Η páλι, οί νέες óπτικές ανακαλύψεις συσσωρεύτηκαν μέ γρήγορο ρυθμό, άκριβώς πριν ή κατά τή διάρκεια τής εμφάνισης τής κυματικής θεωρίας του φωτός. "Ορισμένες, óπως ή πόλωση από ανάκλαση, ήταν συνέπειες τών συμπτώσεων πού διευκόλυνε ή συγκεντρωμένη προσοχή σε μιά προβληματική περιοχή (ó Malus, πού έκανε τήν ανακάλυψη, μόλις είχε ξεκινήσει μιά έργασία, πού προοριζόταν για τó βραβείο τής "Ακαδημίας, πάνω στή διπλή διάθλαση, ένα θέμα, δηλαδή, πού όλοι αναγνώριζαν ότι δέ βρισκόταν σε ίκανοποιητική κατάσταση). "Άλλες, óπως ή φωτεινή κηλίδα στό κέντρο τής σκιās ενός κυκλικού δίσκου, ήταν προβλέψεις τής νέας ύπόθεσης, ανακαλύψεις δηλ. πού βοήθησαν στό μετασχηματισμό τής νέας θεωρίας σε Παράδειγμα για μελλοντική δουλειά. Τέλος, κάποιες άλλες, óπως τά χρώματα τών ραβδώσεων και τών πλατιών πλακών ήταν φαινόμενα, πού τά έβλεπαν συχνά και περιστασιακά μάλιστα τά είχαν επισημάνει, αλλά πού είχαν άφομοιωθει, óπως τó óξυγόνο του Priestley, μέ γνωστά άλλα φαινόμενα έτσι ώστε δέν ήταν δυνατό να τά δούν, óπως ήταν στήν πραγματικότητα ¹⁷. Μιά παρόμοια καταγραφή θά μπορούσε να δοθει για τίς πολυάριθμες ανακαλύψεις πού, ξεκινώντας από τó 1895 περίπου, συνδέθηκαν μέ τήν εμφάνιση τής κβαντομηχανικής.

Η ιδιόρρυθμη έρευνα θά πρέπει να χαρακτηρίζεται και από πολλές άκόμη έκδηλώσεις και συνέπειες, στήν περιοχή όμως αυτή μόλις και μετά βίας καταφέραμε να άρχίσουμε να θέτουμε τίς κατάλληλες έρωτήσεις. "Ισως, ώστόσο, να φτάνουν κι αυτά πού είπαμε. Οί προηγούμενες παρατηρήσεις θά πρέπει να άρκούν για

17. Γενικά, για τίς νέες óπτικές ανακαλύψεις, δες V. Ronchi, *Histoire de la lumiere* (Paris, 1956), κεφ. vii. Για τήν πρώμη έρμηνεία ενός άπ' αυτά τά φαινόμενα, δες J. Priestley, *The History and Present State of Discoveries Relating to Vision, Light and Colours* (London, 1772), σ. 498-520.

νά δείξουμε πῶς ἡ κρίση ταυτόχρονα χαλαρώνει τὰ στερεότυπα καί προσφέρει τὰ ἐπιπλέον ἀναγκαῖα δεδομένα γιά μιὰ θεμελιώδη μεταβολή Παραδείγματος. Μερικές φορές, ὁ σκελετός τοῦ νέου Παραδείγματος προδιαγράφεται ἀπό τή δομή πού ἡ ιδιόρρυθμη ἔρευνα δίνει στήν ἀνωμαλία. Ὁ Einstein ἔγραφε ὅτι χωρίς νά διαθέτει ἀκόμη κανένα ὑποκατάστατο γιά τήν κλασική μηχανική, μπορούσε νά δεῖ τή διασύνδεση ἀνάμεσα στίς γνωστές ἀνωμαλίες τῆς ἀκτινοβολίας τοῦ μελανοῦ σώματος, τοῦ πρωτοηλεκτρικοῦ φαινομένου καί τῶν ἐιδικῶν θερμοτήτων¹⁸. Συνήθως, ἐκ τῶν προτέρων δέν εἶναι δυνατό νά φανεῖ μιὰ τέτοια δομή. Ἀντίθετα μάλιστα, τό νέο Παράδειγμα ἢ μιὰ ἐπαρκῆς ὑπόδειξη πού ἐπιτρέπει μιὰ μελλοντική ἀναδιάρθρωση, ἐμφανίζεται ξαφνικά, μερικές φορές στή μέση τῆς νύχτας, στό μυαλό ἑνός ἐπιστήμονα βαθιά βυθισμένου στήν κρίση. Ποιά εἶναι ἀκριβῶς ἡ φύση αὐτοῦ τοῦ τελικοῦ σταδίου — πῶς ἕνα ἄτομο ἐπινοεῖ (ἢ καταλαβαίνει ὅτι ἐπινόησε) ἕνα νέο τρόπο νά βάλει τάξη στό σύνολο τῶν διαθέσιμων δεδομένων— εἶναι κάτι πού θά παραμείνει ἐδῶ ἀνεξιχνίαστο καί ἴσως νά μείνει γιά πάντα. Ἐπισημάνουμε μόνο ἕνα πράγμα. Σχεδόν πάντοτε, ἐκεῖνοι πού ἐπιτυγχάνουν αὐτές τίς θεμελιακές ἐπινοήσεις νέων Παραδειγμάτων εἶναι ἢ πολύ νέοι ἢ πολύ καινούριοι στόν τομέα τοῦ ὁποίου τό Παράδειγμα ἀλλάζουν¹⁹. Καί ἴσως, βέβαια, δέ χρειάζóταν κἀν νά τό ἐπισημάνουμε, ἀφοῦ προφανῶς πρόκειται γι' αὐτούς πού, ἔχοντας ἐλάχιστα δεσμευτεῖ ἀπό τήν προηγούμενη πρακτική στούς παραδοσιακούς κανόνες τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης, εἶναι σέ θέση νά δοῦν ὅτι αὐτοί οἱ κανόνες δέ χαρακτηρίζουν πιά ἕνα βιώσιμο παιχνίδι καί νά συλλάβουν ἕνα νέο σύνολο πού μπορεῖ νά τοῦς ἀντικαταστήσει.

Ἡ μετάβαση σέ ἕνα νέο Παράδειγμα εἶναι μιὰ ἐπιστημονική ἐπανάσταση, ἕνα θέμα πού εἴμαστε ἐπιτέλους ἕτοιμοι νά διαπραγματευτοῦμε ἄμεσα. Θά πρέπει ὅμως πρῶτα νά τονίσουμε μιὰ τελευταία καί φαινομενικά ἀδιόρατη διάσταση, πού τό ὑλικό τῶν

18. Einstein, ὁ.π.

19. Αὐτή ἡ γενίκευση γιά τό ρόλο τῆς νεότητος στή θεμελιακή ἐπιστημονική ἔρευνα, εἶναι τόσο συνηθισμένη πού ἔχει γίνει πιά ἕνα κλισέ. Ἐπιπλέον, ἀκόμη καί μιὰ ματιά σέ μιὰ ὁποιαδήποτε λίστα θεμελιακῶν συνεισφορῶν στήν ἐπιστημονική θεωρία, ἐπιβεβαιώνει ἐντυπωσιακά αὐτό τό γεγονός. Πάντως, ἡ γενίκευση αὐτή χρειάζεται συστηματική διερεύνηση. Ὁ Harvey C. Lehman (*Age and Achievement*, Princeton, 1953) προσφέρει χρήσιμα στοιχεία. Δέν προσπαθεῖ πάντως νά ἀπομονώσει συνεισφορές πού ἐμπεριέχουν ριζική ἐπαναθεμελίωση ἐννοιῶν. Οὕτε ἔρευνά τίς ἐιδικές περιπτώσεις, ἀν ὑπάρχουν, πού συνοδεύουν τή σχετικά ἀργοπορημένη παραγωγικότητα στίς ἐπιστῆμες.

3 τελευταίων κεφαλαίων μᾶς βοηθᾷ νά συλλάβουμε καθαρότερα. Μέχρι τό κεφ. VI, ὅπου ἄρχισε νά χρησιμοποιεῖται γιά πρώτη φορά ἡ ἔννοια τῆς ἀνωμαλίας, οἱ ὅροι «επανάσταση» καί «ιδιόρρυθμη ἐπιστήμη» φαίνονταν ταυτόσημοι. Μάλιστα, κανένας ἀπ' αὐτούς τούς δύο ὅρους δέ φαίνόταν νά σημαίνει κάτι παραπάνω ἀπό «μή φυσιολογική ἐπιστήμη», μιά κυκλικότητα δηλαδή στους ὅρους πού μπορεῖ νά ἐνόχλησε ὀρισμένους τουλάχιστο ἀναγνώστες. Στήν πραγματικότητα, ὅμως, δέ θά ἔπρεπε νά γίνει κάτι τέτοιο. Θά ἀνακαλύψουμε, σέ λίγο, ὅτι μιά παρόμοια κυκλικότητα χαρακτηρίζει τίς ἐπιστημονικές θεωρίες. Ἐνεξάρτητα πάντως ἀπό τό ἄν εἶναι ἤ ὄχι ἐνοχλητική, ἡ κυκλικότητα αὐτή δέν εἶναι πιά ἀχαρακτήριστη. Αὐτό τό κεφάλαιο καί τά δύο προηγούμενα ἔχουν προσδιορίσει πολυάριθμα κριτήρια γιά τήν παραγωγή κλωνισμοῦ στή φυσιολογική ἐπιστημονική δραστηριότητα, κριτήρια πού δέν ἐξαρτῶνται καθόλου ἀπό τό ἄν ὁ κλωνισμός ἀκολουθεῖται ἤ ὄχι ἀπό ἐπανάσταση. Ἐντιμέτωποι μέ μιά ἀνωμαλία ἤ μιά κρίση, οἱ ἐπιστήμονες ἀλλάζουν συμπεριφορά ἀπέναντι στά ὑπάρχοντα Παραδείγματα, καί, κατά συνέπεια, ἀλλάζει ἀνάλογα καί ἡ φύση τῆς ἔρευνάς τους. Ὁ πολλαπλασιασμός τῶν ἀντίθετων ἀναδιαρθρώσεων, ἡ ἐπιθυμία νά δοκιμάσουν ὅτιδήποτε, ἡ ἔκφραση ἐκδηλης δυσαρέσκειας, ἡ καταφυγή στή φιλοσοφία καί ἡ ἀντιδικία πάνω στά θεμέλια τῆς ἐπιστήμης, ὅλα αὐτά εἶναι συμπτώματα μιᾶς μετάβασης ἀπό τή φυσιολογική στήν ιδιόρρυθμη ἔρευνα. Ἡ ἔννοια τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης ἐξαρτᾶται πολύ περισσότερο ἀπό τήν ὑπαρξη αὐτῶν τῶν συμπτωμάτων παρά ἀπό τήν ὑπαρξη τῶν ἐπαναστάσεων.

IX. Ἡ φύση καὶ ἡ ἀναγκαιότητα τῶν ἐπιστημονικῶν ἐπαναστάσεων

Αὐτές οἱ παρατηρήσεις μᾶς ἐπιτρέπουν ἐπιτέλους νά ἐξετάσουμε τά προβλήματα πού δίνουν τόν τίτλο στό βιβλίο αὐτό. Τί εἶναι οἱ ἐπιστημονικές ἐπαναστάσεις καί ποιά εἶναι ἡ λειτουργία τους στήν ἀνάπτυξη τῆς ἐπιστήμης; Ἐνα μεγάλο τμήμα τῆς ἀπάντησης ἔχει ἤδη δοθεῖ σέ προηγούμενα κεφάλαια. Συγκεκριμένα, μέ τόν ὄρο ἐπιστημονικές ἐπαναστάσεις θά χαρακτηρίσουμε ἐδῶ ἐκεῖνα τά μή συσσωρευτικά ἀναπτυξιακά ἐπεισόδια, στή διάρκεια τῶν ὁποίων ἕνα παλιότερο Παράδειγμα ἀντικαθίσταται ὀλοκληρωτικά ἢ τμηματικά ἀπό ἕνα νέο ἀσυμβίβαστο Παράδειγμα. Μένουν ὅμως πολλά ἀκόμη νά εἰπωθοῦν, καί μιά ἀκόμη ἐρώτηση μπορεῖ νά βοηθήσει σ' αὐτήν τήν κατεύθυνση. Γιατί θά ἔπρεπε μιά ἀλλαγὴ Παραδείματος νά ὀνομαστῆ ἑπανάσταση; Τή στιγμή πού ἀναγνωρίζονται οἱ τεράστιες καί οὐσιαστικές διαφορές ἀνάμεσα στήν πολιτική καί τήν ἐπιστημονική ἀνάπτυξη, ποῖός παραλληλισμός θά δικαιολογοῦσε τήν κοινὴ χρῆση τῆς ἐπανάστασης καί στοὺς δύο τομεῖς;

Μία πλευρά τοῦ παραλληλισμοῦ πρέπει νά ἔχει ἤδη φανεῖ. Οἱ πολιτικές ἐπαναστάσεις ἀρχίζουν μέ μιά προοδευτικὰ ἀυξανόμενη αἴσθηση, συχνὰ περιορισμένη σ' ἕνα τμήμα τῆς πολιτικῆς κοινότητας, ὅτι οἱ ὑπάρχοντες θεσμοὶ δέν μποροῦν πιά νά ἱκανοποιήσουν πλήρως τά προβλήματα πού θέτει τό περιβάλλον — ἕνα περιβάλλον πού δημιουργήθηκε ἐνμέρει ἀπ' τοὺς ἴδιους αὐτοὺς θεσμούς. Μέ παρόμοιο τρόπο, οἱ ἐπιστημονικές ἐπαναστάσεις ἀρχίζουν μέ μιά προοδευτικὰ ἀυξανόμενη αἴσθηση, συχνὰ περιορισμένη σέ μιά ἐλάχιστη μερίδα τῆς ἐπιστημονικῆς κοινότητος, ὅτι ἕνα ὑπάρχον Παράδειγμα δέν εἶναι πιά σέ θέση νά λειτουργήσῃ ἱκανοποιητικά στήν ἔρευνα μιᾶς πλευρᾶς τῆς φύσης — ὅπου αὐτό τό ἴδιο Παράδειγμα εἶχε στό παρελθόν ὀδηγήσει. Καί στήν πολιτική καί στήν ἐπιστημονική ἀνάπτυξη, ἀπαραίτητη

προϋπόθεση τῆς ἐπανάστασης εἶναι αὐτή ἡ αἴσθησις τῆς κακῆς λειτουργίας πού μπορεῖ νά ὀδηγήσει σέ κρίση. Ἐπιπλέον, ἂν καί ἐδῶ ἀναγνωρίζω ὅτι ἡ μεταφορά εἶναι παρατραβηγμένη, αὐτός ὁ παραλληλισμός ἰσχύει ὄχι μόνο γιά τίς θεμελιακές ἀλλαγές Παραδείγματος, ὅπως αὐτές πού ἀποδίδονται στόν Κοπέρνικο καί τόν Lavoisier, ἀλλά καί γιά τίς σχετικά δευτερεύουσες ἀλλαγές, πού συνδέονται μέ τήν ἀφομοίωση ἑνός νέου τύπου φαινομένων, ὅπως τό ὄξυγόνο ἢ οἱ ἀκτίνες Χ. Ὅπως ἐπισημάναμε στό τέλος τοῦ κεφ. V, οἱ ἐπιστημονικές ἐπαναστάσεις φαίνονται κατ' ἀνάγκη ἐπαναστατικές μόνο σ' αὐτούς, τῶν ὁποίων τά Παραδείγματα θίγονται ἄμεσα. Στούς ὑπόλοιπους μπορεῖ νά φανοῦν, ὅπως οἱ βαλκανικές ἐπαναστάσεις στίς ἀρχές τοῦ 20ου αἰ., ὡς φυσιολογικά σημεῖα τῆς διαδικασίας ἀνάπτυξης. Οἱ ἀστρονόμοι, λ.χ., δέχτηκαν τίς ἀκτίνες Χ ὡς μιά ἀπλή προσθήκη γνώσης, ἀφοῦ τά Παραδείγματά τους παρέμειναν ἄθικτα ἀπ' τήν ὑπαρξή τῆς νέας ἀκτινοβολίας. Ἀλλά γιά ἐπιστήμονες, ὅπως ὁ Kelvin, ὁ Crookes καί ὁ Roentgen, τῶν ὁποίων ἡ ἔρευνα συνδεόταν μέ τή θεωρία τῶν ἀκτινοβολιῶν ἢ μέ τίς καθοδικές λυχνίες, ἡ ἀνακάλυψη τῶν ἀκτίνων Χ παραβίασε κατ' ἀνάγκη ἕνα Παράδειγμα καί δημιούργησε ἕνα ἄλλο. Νά λοιπόν, γιατί οἱ ἀκτίνες αὐτές δέν ἀνακαλύφθηκαν παρά μόνο ἀφοῦ πρῶτα διαπιστώθηκε ὅτι κάτι δέν πήγαινε καλά στή φυσιολογική ἔρευνα.

Αὐτή ἡ γενετική πλευρά τοῦ παραλληλισμοῦ ἀνάμεσα στήν πολιτική καί τήν ἐπιστημονική ἀνάπτυξη πρέπει πιά νά θεωρεῖται δεδομένη. Ὑπάρχει ὅμως καί μιά δεύτερη πλευρά, πῶ σημαντική, ἀπ' ὅπου ἐξαρτᾶται ἡ σημασία τῆς πρώτης. Οἱ πολιτικές ἐπαναστάσεις τείνουν νά ἀλλάξουν πολιτικούς θεσμούς μέ τρόπους, πού αὐτοί οἱ ἴδιοι θεσμοί ἀπαγορεύουν. Ἡ ἐπιτυχία τους, ἐπομένως, ἀπαιτεῖ τή μερική ἐγκατάλειψη ὀρισμένων θεσμῶν καί τή θέσπιση κάποιων νέων· στό ἐνδιάμεσο διάστημα, ἡ κοινωνία δέν κυβερνᾶται πλήρως ἀπό κανένα θεσμό. Στήν ἀρχή, ἡ ἴδια ἡ κρίση ἀποδυναμώνει τό ρόλο τῶν πολιτικῶν θεσμῶν, ὅπως εἶδαμε ὅτι ἀποδυναμώνει τό ρόλο τῶν Παραδειγμάτων. Ὅλο καί περισσότερα ἄτομα ἀποξενώνονται προοδευτικά ἀπό τήν πολιτική ζωή καί ἡ συμπεριφορά τους ὑπακούει σέ καθαρά προσωπικά κίνητρα. Στή συνέχεια, ὅσο ἡ κρίση βαθαίνει, ὀρισμένα ἄτομα στρατεύονται σ' ἕνα συγκεκριμένο πρόγραμμα γιά τήν ἀνασυγκρότηση τῆς κοινωνίας μέ νέο θεσμικό πλαίσιο. Τότε ἡ κοινωνία διαιρεῖται σέ ἀντιμαχόμενα στρατόπεδα ἢ κόμματα, ἀπό τά ὁποῖα τό ἕνα ἐπιζητεῖ νά ὑπερασπίσει τό παλιό θεσμικό πλαίσιο καί τό

άλλο νά θεσπίσει ένα νέο. 'Από τή στιγμή πού φτάνουμε στην πολιτική πόλωση, δέν υπάρχουν πιά πολιτικές διέξοδοι. Τά αντιμαχόμενα κόμματα ούτε συμφωνούν για τό θεσμικό πλαίσιο μέσα στό όποιο ή πολιτική αλλαγή θά πρέπει νά επιτευχθεί καί νά αξιολογηθεί ούτε αναγνωρίζουν κάποια υπερθεσμική άρχή, πού θά μπορούσε νά κρίνει τήν επαναστατική διαφορά· είναι αναγκασμένα επομένως νά καταφύγουν στις τεχνικές πειθοῦς τῶν μαζῶν, συχνά άκόμη καί στή βία. "Αν καί οί επαναστάσεις έχουν παίξει ένα ζωτικό ρόλο στην εξέλιξη τῶν πολιτικῶν θεσμῶν, ό ρόλος τους αυτός εξαρτάται από τό γεγονός ότι είναι ένμέρει εξωπολιτικές καί έξωθεσμικές διαδικασίες.

Θέλουμε νά δείξουμε ότι ή ιστορική μελέτη τῆς αλλαγῆς τῶν Παραδειγμάτων άποκαλύπτει παρόμοια χαρακτηριστικά στην εξέλιξη τῶν επιστημῶν. 'Η έκλογή ενός από τά αντιμαχόμενα Παραδείγματα, ὅπως καί στην περίπτωση τῶν ανταγωνιστικῶν πολιτικῶν θεσμῶν, άποδεικνύεται μιά έκλογή ανάμεσα σέ άσυμβίβαστους τρόπους συλλογικῆς ζωῆς. 'Επειδή ή έκλογή έχει αυτόν τό χαρακτήρα, δέν καθορίζεται ούτε θά μπορούσε νά καθοριστεῖ από τίς διαδικασίες άπλῶς αξιολόγησής πού χαρακτηρίζουν τή φυσιολογική ἐπιστήμη· οί διαδικασίες αυτές εξαρτῶνται ένμέρει από κάποιο Παράδειγμα, καί άκριβῶς αυτό τό Παράδειγμα τίθεται υπό άμφισβήτηση. "Όταν τά Παραδείγματα μπαίνουν στην μάχη για τήν έκλογή, ό ρόλος τους είναι κατ' ανάγκη «κυκλικός»: κάθε ομάδα χρησιμοποιεῖ τό Παράδειγμά της για νά επιχειρηματολογήσει υπερασπίζοντας αυτό τό ἴδιο Παράδειγμα. Τό στοιχείο αυτό δέν επιδρά φυσικά ούτε στην ὀρθότητα ούτε στην άποτελεσματικότητα τῶν επιχειρημάτων. Τό ότι κάποιος προϋποθέτει ένα Παράδειγμα επιχειρηματολογώντας υπέρ αυτού, δέ σημαίνει ότι δέν είναι σέ θέση νά εκθέσει μέ καθαρότητα τή μορφή τῆς επιστημονικῆς πρακτικῆς στην όποία ὀδηγοῦνται αυτοί, πού υίοθετοῦν τή νέα ὀπτική τῆς φυσικῆς πραγματικότητας. Αὐτή ή έκθεση μπορεῖ μάλιστα νά είναι ιδιαίτερα πειστική, συχνά άκαταμάχητη. 'Ωστόσο, παρά τήν ισχύ τους, τά επιχειρήματα αυτά άπευθύνονται άποκλειστικά στην πειθῶ· δέν μποροῦν νά άποδείξουν μέ λογική αναγκαιότητα ή ἔστω πιθανολογικά τήν ὀρθότητά τους σ' αυτούς πού άρνοῦνται νά μποῦν μέσα στόν «κύκλο». Δέν υπάρχουν άρκετές κοινές προϋποθέσεις καί αξίες, στις δύο παρατάξεις πού αντιδικοῦν για κάποιο Παράδειγμα, ὥστε νά μπορεῖ νά γίνει κάτι τέτοιο. "Όπως στην περίπτωση τῶν πολιτικῶν επαναστάσεων, ἔτσι καί στην έκλογή Παραδείγματος, δέν υπάρχει ἔγκυ-

ρότερο κριτήριο απ' τή συναίνεση τής σχετικής κοινότητας. Για να ανακαλύψουμε πώς συντελούνται οι επιστημονικές επαναστάσεις, πρέπει λοιπόν να εξετάσουμε όχι μόνο τήν επίδραση τής λογικής και του φυσικού περιβάλλοντος, αλλά και τις κατάλληλες μεθόδους πειστικής επιχειρηματολογίας που είναι αποτελεσματικές μέσα σ' αυτές τις ιδιόμορφες ομάδες, τις κοινότητες των επιστημόνων.

Γιά να φανεί ότι τό πρόβλημα τής έκλογής Παραδείγματος δεν μπορεί να ρυθμιστεί μόνο απ' τή λογική και τό πείραμα, θά πρέπει να εξετάσουμε συνοπτικά τή φύση των διαφορών που χωρίζουν τους υπέρμαχους ενός παραδοσιακού Παραδείγματος απ' τους επαναστάτες διαδόχους τους. Αυτή ή εξέταση είναι τό κύριο αντικείμενο αυτού και του επόμενου κεφαλαίου. Έχουμε, ωστόσο, ήδη επισημάνει πολλές περιπτώσεις τέτοιων διαφορών και κανένας δέ θά άμφέβαλε ότι ή ιστορία μπορεί να δώσει και πολλές άλλες. Έκείνο που άμφισβητείται — και που επομένως πρέπει να εξετάσουμε πρώτο — δεν είναι τόσο ή ύπαρξη τέτοιων περιπτώσεων, αλλά μάλλον τό κατά πόσο μās δίνουν ουσιαστικές πληροφορίες για τή φύση τής επιστήμης. Άν πράγματι παραδεχούμε ότι ή άπόρριψη Παραδειγμάτων είναι ένα ιστορικό γεγονός, έχουμε καταφέρει τίποτε περισσότερο απ' τό να δείξουμε τήν ανθρώπινη εύπιστία και σύγχυση; Υπάρχουν κάποιοι βαθύτεροι λόγοι που να εξηγούν γιατί ή άφομοίωση ενός νέου είδους φαινομένων ή μιās νέας επιστημονικής θεωρίας άπαιτεί τήν άπόρριψη ενός παλιότερου Παραδείγματος;

Η πρώτη παρατήρηση είναι ότι αν υπάρχουν τέτοιοι λόγοι, δεν προέρχονται από τή λογική δομή τής επιστημονικής γνώσης. Θεωρητικά, ένα νέο φαινόμενο θά έπρεπε να μπορεί να εμφανίζεται χωρίς να έχει καταστρεπτικές επιδράσεις σε κανένα τομέα τής επιστημονικής πρακτικής. Έτσι ενώ, αν άποδεικνυόταν ότι υπάρχει ζωή στη Σελήνη, τό γεγονός αυτό θά κατέστρεφε υπάρχοντα Παραδείγματα (που περιγράφουν για τή Σελήνη καταστάσεις άσυμβίβαστες με τήν ύπαρξη ζωής), αν άποδεικνυόταν ότι υπάρχει ζωή σε ένα λιγότερο γνωστό σημείο του Γαλαξία τότε δέ θά άλλαζε τίποτα. Παρόμοια, μιιά νέα θωρία δέ θά έπρεπε κατ' άνάγκη να έρχεται σε αντίθεση με κάποια παλιότερη. Θά μπορούσε να διερευνά κάποια άγνωστα ως τότε φαινόμενα, όπως ή θεωρία των quanta που διερευνούσε (κυρίως, αλλά όχι άποκλειστικά) ύποατομικά φαινόμενα, άγνωστα πριν από τον 20ο αϊ. Η, πάλι, ή νέα θεωρία θά μπορούσε απλώς να είναι μεγαλύτε-

ρου βαθμοῦ γενίκευσης σέ σχέση μέ τίς ἤδη ὑπάρχουσες, νά ἐνοποιεῖ μιὰ ὁλόκληρη ὁμάδα ἀπό εἰδικότερες θεωρίες χωρίς νά τροποποιεῖ οὐσιαστικά καμιά ἀπ' αὐτές. Στήν ἐποχή μας, ἡ θεωρία τῆς διατήρησης τῆς ἐνέργειας προσφέρει ἀκριβῶς τέτοιου εἶδους δεσμούς ἀνάμεσα στή δυναμική, τή χημεία, τόν ἠλεκτρισμό, τήν ὀπτική, τή θερμική θεωρία κ.ο.κ. Καί θά μπορούσαμε ἀκόμη νά σκεφτοῦμε πολλές ἄλλες συμβιβάσιμες σχέσεις ἀνάμεσα στίς παλιές καί τίς νέες θεωρίες καί νά ἀναζητήσουμε γιά κάθε μιὰ μαρτυρίες στήν ἱστορική διαδικασία ἀνάπτυξης τῆς ἐπιστήμης. Ἄν τό καταφέρναμε, τότε θά ἀποδεικνυόταν ὅτι ἡ ἐπιστημονική ἀνάπτυξη εἶναι οὐσιαστικά συσσωρευτική. Ἡ ἀνακάλυψη νέου εἶδους φαινομένων θά προσέδιδε τάξη σέ ἕνα τμήμα τῆς φύσης, πού δέν εἶχε ἐρευνηθεῖ ἀπό κανέναν στό παρελθόν. Καθώς ἡ ἐπιστήμη ἐξελίσσεται, ἡ νέα γνώση θά ἐπαιρνε τή θέση μᾶλλον τῆς ἄγνοιας παρά κάποιας διαφορετικῆς καί ἀσυμβίβαστης γνώσης.

Φυσικά, ἡ ἐπιστήμη (ἢ κάποια ἄλλη θέσμιση, ἴσως λιγότερο ἀποτελεσματική) θά μπορούσε νά εἶχε ἀναπτυχτεῖ μ' αὐτόν τόν καθαρά συσσωρευτικό τρόπο. Πολλοί ἄνθρωποι εἶχαν αὐτήν τήν ἄποψη, καί σήμερα ἀκόμη, οἱ περισσότεροι μοιάζουν νά ὑποθέτουν ὅτι ἡ συσσώρευση εἶναι τουλάχιστο ἐκεῖνος ὁ ἰδεατός κανόνας, πού θά ἀποκάλυπτε ἡ ἱστορική ἀνάπτυξη, ἂν δέν ἐπενέβαινε τόσο συχνά ἡ ἀνθρώπινη ἰδιοσυγκρασία. Στό κεφάλαιο X, θά δοῦμε πόσο στενά συμπλέκεται ἡ εἰκόνα τῆς ἐπιστήμης ὡς συσσώρευσης μέ τήν κυρίαρχη γνωσιολογία, πού θεωρεῖ ὅτι ἡ γνώση εἶναι μιὰ κατασκευή θεμελιωμένη πάνω σέ ἄμεσα αἰσθητηριακά δεδομένα [sense data]. Καί στό κεφ. XI θά ἐξετάσουμε μέ ποῖο τρόπο τό ἴδιο αὐτό ἱστοριογραφικό σχῆμα στηρίζεται στίς τεχνικές τῆς ἐπιστημονικῆς παιδαγωγικῆς. Καί ὅμως, παρά τή μεγάλη ἀληθοφάνεια αὐτῆς τῆς ἰδεατῆς εἰκόνας, ὑπάρχουν πολὺ σοβαροὶ λόγοι νά ἀναρωτηθοῦμε ἂν μπορεῖ νά ἀντιστοιχεῖ σέ μιὰ εἰκόνα τῆς ἐπιστήμης. Στήν πραγματικότητα, μετά τήν προ-Παραδειγματική περίοδο, ἡ ἀφομοίωση κάθε νέας θεωρίας καί σχεδόν κάθε νέου εἶδους φαινομένων, ἀπαίτησε τήν καταστροφή κάποιου παλιότερου Παραδείγματος καί ὀδήγησε σέ ἕναν ἀγώνα ἀνάμεσα σέ ἀντιμαχόμενες σχολές ἐπιστημονικῆς σκέψης. Ἡ συσσωρευτική κατάκτηση ἀπροσδόκητων καινοτομιῶν ἀποδεικνύεται μιὰ σχεδόν ἀνύπαρκτη ἐξαίρεση στόν κανόνα τῆς ἐπιστημονικῆς ἀνάπτυξης. Ὅποιος παίρνει σοβαρά ὑπόψη του τά ἱστορικά γεγονότα, θά πρέπει νά ὑποψιαστεῖ ὅτι ἡ ἐπιστήμη δέν

τείνει προς τό ιδεατό σχήμα, πού πρότεινε ή συσσωρευτική αντίληψη. Ίσως νά πρόκειται για μιá διαφοροτική θέσμιση.

Ήν, πάντως, τά γεγονότα καταφέρουν νά μᾶς ὀδηγήσουν τόσο μακριά, τότε μιá δεύτερη ἐπισκόπηση τοῦ ἴδιου ἐδάφους θά μπορούσε νά δείξει ὅτι ἡ συσσωρευτική κατάκτηση τῶν καινοτομιῶν δέν εἶναι μόνο σπάνια στήν πράξη ἀλλά καί θεωρητικά ἀπίθανη. Ἡ φυσιολογική ἔρευνα, πού εἶναι συσσωρευτική, ὀφείλει τήν ἐπιτυχία της στήν ἰκανότητα τῶν ἐπιστημόνων νά ἐπιλέγουν προβλήματα πού μποροῦν νά λυθοῦν μέ τή χρήση ἔννοιῶν καί ἐργαλείων παρόμοιων μ' αὐτά πού ἤδη ὑπάρχουν. (Ἐδῶ ὀφείλεται ἡ συχνή καθυστέρηση στήν ἐπιστημονική ἀνάπτυξη πού παρατηρεῖται, ὅταν οἱ ἐπιστήμονες ἀφοσιώνονται στή λύση χρησίμων προβλημάτων, χωρίς ὅμως νά ὑπολογίζουν τή σχέση αὐτῶν τῶν προβλημάτων μέ τήν ὑπάρχουσα γνώση). Αὐτός ὅμως πού καταπιάνεται μέ τή λύση ἑνός προβλήματος καθορισμένου ἀπ' τήν ὑπάρχουσα γνώση καί τεχνική, δέν ψάχνει στά τυφλά. Γνωρίζει τί θέλει καί ἀνάλογα κατευθύνει τίς σκέψεις του καί προσδιορίζει τά ὄργανά του. Ἡ ἀπροσδόκητη καινοτομία, ἡ νέα ἀνακάλυψη μπορεῖ νά ἀναδυθεῖ μόνο στό μέτρο πού οἱ ἀντιλήψεις του για τή φύση καί τά ὄργανά του ἀποδειχτοῦν λανθασμένες. Συχνά μάλιστα, ἡ σπουδαιότητα τῆς ἀνακάλυψης πού προκύπτει εἶναι ἀνάλογη μέ τήν ἔκταση καί τήν ἐπιμονή τῆς ἀνωμαλίας πού τήν προδιέγραψε. Εἶναι προφανές ὅτι τότε θά προκληθεῖ διαμάχη ἀνάμεσα στό Παράδειγμα πού ὀδήγησε στήν ἀνωμαλία καί σ' αὐτό πού ἀργότερα τήν μετέτρεψε σέ φυσιολογικό γεγονός. Οἱ περιπτώσεις, πού ἐξετάσαμε στό κεφ. VI, ὅπου οἱ ἀνακαλύψεις προκαλοῦν καταστροφή Παραδειγμάτων, δέν εἶναι ἀπλές ἱστορικές συμπτώσεις. Στήν πραγματικότητα, δέν ὑπάρχει ἄλλος δυνατός τρόπος γέννησης τῶν ἀνακαλύψεων.

Τό ἴδιο ἐπιχείρημα ταιριάζει ἀκόμη περισσότερο στήν περίπτωση τῆς ἐπινόησης νέων θεωριῶν. Γενικά, ὑπάρχουν μόνο τρεῖς τύποι φαινομένων, πού μπορεῖ νά ὀδηγήσουν σέ μιá νέα θεωρία. Ὁ πρῶτος ἀποτελεῖται ἀπό φαινόμενα πού ἐξηγοῦνται ἤδη ἰκανοποιητικά ἀπό ὑπάρχοντα Παραδείγματα· αὐτά σπάνια παρέχουν κίνητρα ἢ ἀφετηρίες για τήν κατασκευή θεωριῶν. Ὅταν συμβεῖ κάτι τέτοιο, ὅπως στήν περίπτωση τῶν τριῶν πασιγνώστων προ-καταθέσεων πού εἶδαμε στό κεφ. VII¹, οἱ

1. [Οἱ τρεῖς αὐτές περιπτώσεις ἦταν ἡ ἡλιοκεντρική θεωρία τοῦ Ἀρίσταρχου, οἱ σχετικιστικές κριτικές στόν Newton καί ἡ αἰξηση βάρους στήν καύση] σ.τ.ἔ.

προκύπτουσες θεωρίες σπάνια γίνονται αποδεκτές, αφού ή φύση δέν μπορεί νά όρίσει κάποια κριτήρια διάκρισης. Μιά δεύτερη ομάδα αποτελοϋν εκείνα τά φαινόμενα, πού ή φύση τους καθορίζεται από κάποιο ύπαρχον Παραδειγμα, αλλά πού οί λεπτομέρειές τους, για νά διευκρινιστοϋν, χρειάζονται περαιτέρω θεωρητική διάρθρωση. Σ' αυτά τά φαινόμενα συγκεντρώνουν συνήθως τήν προσοχή τους οί επιστήμονες, αλλά ή διερεύνησή τους στοχεϋεί περισσότερο στήν άρθρωση τών δεδομένων Παραδειγμάτων παρά στήν επινόηση νέων. Μόνο όταν αυτές οί προσπάθειες δέν αποδίδουν, έρχονται οί επιστήμονες σέ επαφή μέ τόν τρίτο τύπο φαινομένων, δηλ. τίς αναγνωρισμένες άνωμαλίες, πού τό κύριο χαρακτηριστικό τους είναι ή επίμονη αντίστασή τους στήν ένσωμάτωση στα ύπαρχοντα Παραδείγματα. Μόνο αυτός ό τύπος φαινομένων οδηγεί σέ νέες θεωρίες. Τά Παραδείγματα κατατάσσουν όλα τά φαινόμενα, έκτός τών άνωμαλιών, σέ καθορισμένες θεωρητικές θέσεις στό όπτικό πεδίο τοϋ επιστήμονα.

Άν όμως οί νέες θεωρίες καλοϋνται νά λύσουν τίς άνωμαλίες πού παρουσιάζονται στή σχέση κάποιας τρέχουσας θεωρίας μέ τή φυσική πραγματικότητα, τότε ή νέα καί επιτυχημένη θεωρία θά πρέπει νά επιτρέπει κάποιες προβλέψεις διαφορετικές άπ' τήν προκάτοχό της. Αυτή ή διαφορά δέ θά ύπήρχε άν οί δύο θεωρίες ήταν λογικά συμβιβάσιμες. Στή διαδικασία τής άφομοίωσης, ή δεύτερη πρέπει νά αντικαταστήσει τήν πρώτη. Άκόμη καί μία θεωρία, όπως ή διατήρηση τής ενέργειας — πού σήμερα παρουσιάζεται ως μία λογική υπερδομή πού συνδέεται μέ τή φύση μέ έμμεσο τρόπο, μέσα από ένα πλέγμα ανεξάρτητων καθιερωμένων θεωριών— δέν αναπτύχτηκε ιστορικά χωρίς νά προκαλέσει καταστροφή Παραδειγμάτων. Άντίθετα, αναδύθηκε από μία κρίση μέ κύριο συστατικό τήν άδυναμία συμβιβασμοϋ τής νευτώνιας δυναμικής μέ όρισμένες συνέπειες τής θερμικής θεωρίας τών καλορί. Μόνο μετά τήν άπόρριψη τής θεωρίας τών καλορί ένσωματώθηκε στήν επιστήμη ή διατήρηση τής ενέργειας². Καί μόνο αφού πέρασε αρκετός καιρός από τήν ένσωμάτωσή της, έφτασε νά θεωρείται ως υψηλότερου βαθμοϋ λογικής γενίκευσης μία θεωρία πού δέ βρισκόταν σέ αντίθεση μέ τίς προκατόχους της. Μοϋ είναι δύσκολο νά δώ πώς θά μπορούσαν νά εμφανιστοϋν

2. Sylvanus P. Thompson, *Life of William Thomson Baron Kelvin of Largs* (London, 1910), I, σ. 266-81.

οί νέες θεωρίες χωρίς νά προκαλέσουν καταστρεπτικές αλλαγές στις πεποιθήσεις μας γιά τή φύση. Θεωρητικά βέβαια δέν μπορούμε νά αποκλείσουμε τή δυνατότητα, ή σχέση μεταξύ διαδοχικῶν ἐπιστημονικῶν θεωριῶν νά εἶναι σχέση λογικοῦ ἐγκλεισμοῦ [logical inclusiveness]: κάτι τέτοιο ὅμως ἀποδεικνύεται ὅτι δέν εἶναι ἱστορικά ἀληθοφανές.

Πιστεύω ὅτι, πρὶν ἀπὸ ἑκατὸ χρόνια, θά ἦταν δυνατό νά σταματήσουμε ἐδῶ τή συζήτηση γιά τὴν ἀναγκαιότητα τῶν ἐπαναστάσεων. Σήμερα ὅμως, κάτι τέτοιο εἶναι δυστυχῶς ἀδύνατο, γιατί, ἂν ἀποδεχτοῦμε τὴν κυρίαρχη ἐρμηνεία γιά τή φύση καὶ τὴ δομὴ τῶν ἐπιστημονικῶν θεωριῶν, τότε μιὰ ἄποψη σάν κι αὐτὴ πού ἤδη ἔχουμε ὑποστηρίζει πρέπει νά ἀπορριφτεῖ. Ἡ κυρίαρχη ἐρμηνεία —πού συνδέθηκε στενά μέ τὸν πρῶμο λογικό θετικισμό καὶ δέν ἀπορρίφτηκε κατηγορηματικά ἀπ' τοὺς διαδόχους του— περιορίζει τόσο τὸ φάσμα καὶ τὴ σημασία μιᾶς ἀποδεκτῆς θεωρίας, ὥστε καθιστᾶ ἀδύνατη τὴ σύγκρουσή της μέ κάποια νεώτερη θεωρία πού θά ἔκανε προβλέψεις γιά ὀρισμένα ἴδια φυσικά φαινόμενα. Ἡ πιὸ γνωστὴ καὶ τεκμηριωμένη περίπτωση ἐφαρμογῆς αὐτῆς τῆς περιοριστικῆς θεώρησης τῶν ἐπιστημονικῶν θεωριῶν προκύπτει ἀπ' τίς συζητήσεις γιά τὴ σχέση τῆς σύγχρονης δυναμικῆς τοῦ Einstein μέ τίς παλιότερες ἐξισώσεις δυναμικῆς, τίς σύμφωνες μέ τὰ *Principia* τοῦ Newton. Σύμφωνα μέ τὴν ὀπτική αὐτοῦ τοῦ βιβλίου, οἱ δύο αὐτές θεωρίες εἶναι θεμελιακά ἀσυμβίβαστες, μέ τὴν ἴδια λογική πού διευκρινίστηκε στὴν ἐξέταση τῆς σχέσης τῆς κοπερνίκειας καὶ τῆς πτολεμαϊκῆς ἀστρονομίας: ἡ θεωρία τοῦ Einstein μπορεῖ νά γίνει ἀποδεκτὴ, ἐφόσον ἀναγνωριστῆ ὅτι ἡ θεωρία τοῦ Newton ἦταν λανθασμένη. Ἀκόμη καὶ σήμερα ὅμως αὐτὴ εἶναι ἡ ἄποψη τῆς μειοψηφίας³. Θά πρέπει λοιπὸν νά ἐξετάσουμε τίς πιὸ βασικὲς ἀντιρρήσεις πού προβάλλονται σ' αὐτὴν. Στὴν οὐσία, συνοψίζονται στά ἑξῆς: Ἡ θεωρία τῆς σχετικότητας δέν μπορεῖ νά ἔδειξε ὅτι ἡ νευτώνια δυναμικὴ εἶναι λανθασμένη, ἀφοῦ ἡ νευτώνια δυναμικὴ χρησιμοποιεῖται ἀκόμη μέ μεγάλη ἐπιτυχία ἀπὸ ὄλους σχεδὸν τοὺς μηχανικούς καί, σέ συγκεκριμένους ἐφαρμογές, ἀπὸ πολλοὺς φυσικούς. Ἡ καταλληλότητα αὐτῆς τῆς χρήσης φαίνεται ἀκόμη ἀπ' τὸ γεγονός ὅτι, σέ ἄλλες ἐφαρμογές, ἡ νέα θεωρία ὄντως ἀντικαθιστᾶ τὴν παλιότερη. Ἡ θεωρία τοῦ Einstein μπορεῖ νά

3. Δές, γιά παράδειγμα, τίς παρατηρήσεις τοῦ P.P. Wiener, στό *Philosophy of Science*, XXV (1958), σ. 298.

δείξει ότι οι προβλέψεις πού γίνονται μέ τίς ἐξισώσεις τοῦ Newton θά εἶναι τόσο ἀκριβεῖς ὅσο καί τά ὄργανα μέτρησης πού θά χρησιμοποιήσουμε, σ' ὄλες τίς ἐφαρμογές πού ἱκανοποιοῦν ἕνα μικρό ἀριθμό περιοριστικῶν συνθηκῶν. Ἔτσι, γιά νά ἀποτελέσει ἡ θεωρία τοῦ Newton μιά ἱκανοποιητική προσεγγιστική λύση, θά πρέπει οἱ σχετικές ταχύτητες τῶν ἐξεταζόμενων σωμάτων νά εἶναι μικρές σέ σχέση μέ τήν ταχύτητα τοῦ φωτός. Ἄν τηρηθεῖ λοιπόν αὐτή ἡ συνθήκη καί λίγες ἀκόμη, ἡ θεωρία τοῦ Newton φαίνεται νά μπορεῖ νά προκύψει ἀπ' τή θεωρία τοῦ Einstein, τῆς ὁποίας ἐπομένως ἀποτελεῖ μιά εἰδική περίπτωση.

Ὅμως — ἡ ἀντίρρηση συνεχίζεται — καμιά θεωρία δέν εἶναι δυνατό νά ἀντιτίθεται σέ μιά ἀπ' τίς εἰδικές τῆς περιπτώσεις. Ἄν ἡ θεωρία τῆς σχετικότητας μοιάζει νά δείχνει ὅτι ἡ νευτώνια δυναμική εἶναι λανθασμένη, αὐτό ὀφείλεται μόνο στό ὅτι κάποιιοι ὀπαδοί τοῦ Newton ὑπῆρξαν τόσο ἐπιπόλαιοι, ὥστε νά ἰσχυριστοῦν ὅτι ἡ νευτώνια θεωρία παρείχε ἐντελῶς ἀκριβή ἀποτελέσματα ἢ ὅτι ἴσχυε καί γιά πάρα πολύ μεγάλες σχετικές ταχύτητες. Ἄπ' τήν στιγμή πού ἦταν ἀδύνατο νά ἔχουν ὀποιαδήποτε ἀπόδειξη γιά τέτοιους ἰσχυρισμούς, παραβίασαν ἀπλῶς τά ἐπιστημονικά κριτήρια. Ἡ νευτώνια θεωρία, μέ τόν ἴδιο τρόπο πού ἦταν κάποτε μιά ἀληθινή ἐπιστημονική θεωρία, στηριγμένη σέ ἔγκυρες μαρτυρίες, ἐξακολουθεῖ νά εἶναι καί τώρα. Ὁ Einstein μπόρεσε νά δείξει ὅτι ἦταν λανθασμένοι μόνο οἱ ὑπερβολικοί ἰσχυρισμοί τῆς θεωρίας — ἰσχυρισμοί πού δέν ἦταν ἄλλῶστε ποτέ ἔγκυρες πλευρές τῆς ἐπιστήμης. Ἀπαλλαγμένη ἀπ' αὐτές τίς καθαρά ἀνθρώπινες ὑπερβολές, ἡ νευτώνια θεωρία δέν τέθηκε ποτέ ὑπό ἀμφισβήτηση οὔτε θά μπορούσε νά τεθεῖ.

Μιά ὀποιαδήποτε παραλλαγή αὐτοῦ τοῦ ἐπιχειρήματος ἀρκεῖ γιά νά καταστήσει ἀκλόνητη σέ ἐπιθέσεις, κάθε θεωρία πού χρησιμοποιήθηκε κάποτε ἀπό μιά σημαντική ὁμάδα ἱκανῶν ἐπιστημόνων. Ἡ φλογιστική θεωρία, λ.χ., πού σήμερα θεωρεῖται ἰδιαίτερα ἀντιεπιστημονική, κάποτε ἔβαζε σέ τάξη ἕνα μεγάλο πλῆθος φυσικῶν καί χημικῶν φαινομένων. Ἐξηγοῦσε γιατί καίγονταν τά σώματα — γιατί ἦταν πλούσια σέ «φλογιστόν» — καί γιατί τά μέταλλα εἶχαν τόσο περισσότερες κοινές ἰδιότητες ἀπ' ὅσο τά ἀντίστοιχα μεταλλεύματα. (Ὅλα τά μέταλλα ἦταν συνθέσεις διαφορετικῶν στοιχειωδῶν γαιῶν μέ φλογιστόν καί στό κοινό σ' ὄλα τά μέταλλα φλογιστόν, ὀφείλονταν οἱ κοινές ἰδιότητες). Ἐπιπλέον, ἡ φλογιστική θεωρία ἐξηγοῦσε μιά σειρά ἀπό ἀντιδράσεις, ὅπου ἡ ἀνάφλεξη οὐσιῶν ὅπως ὁ ἄνθρακας ἢ τό

θειον ὀδηγοῦσε στό σχηματισμό ὀξέων. "Ἡ ἀκόμη τὴν ἐλάττωση τοῦ ὄγκου, ὅταν ἀναφλέγεται μιά ποσότητα περιορισμένου ἀέρα—τό φλογιστόν πού ἐλευθερώνεται ἀπ' τὴν καύση «φθείρει» τὴν ἐλαστικότητα τοῦ ἀέρα πού τό ἀπορροφᾷ, ὅπως ἡ φωτιά «φθείρει» τὴν ἐλαστικότητα ἐνός ἀτσάλινου ἐλατηρίου⁴. "Ἀν οἱ θεωρητικοὶ τοῦ φλογιστοῦ εἶχαν ἰσχυριστεῖ ὅτι ἡ θεωρία τους ἐξηγοῦσε μόνο αὐτά τὰ φαινόμενα, τότε ἡ θεωρία αὐτὴ δέ θά μπορούσε ποτέ νά τεθεῖ ὑπὸ ἀμφισβήτηση. "Ἐνα παρόμοιο ἐπιχείρημα θά εἶναι ἀρκετό γιὰ κάθε θεωρία πού ἐφαρμόστηκε ἱκανοποιητικά κάποτε σ' ἕνα ὁποιοδήποτε φάσμα φαινομένων.

'Ἀλλὰ γιὰ νά διασώζουμε θεωρίες μ' αὐτόν τόν τρόπο, πρέπει νά περιορίζουμε τό πεδίο ἐφαρμογῆς τους μόνο σ' ἐκεῖνα τὰ φαινόμενα καί σ' ἐκεῖνη τὴν ἀκρίβεια παρατήρησης πού μᾶς ἐπιτρέπουν οἱ διαθέσιμες πειραματικές μαρτυρίες⁵. Κάνοντας ἕνα ἀκόμη βῆμα (καί δύσκολα μπορούμε νά τό ἀποφύγουμε, ἀπ' τὴ στιγμή πού ἔχουμε κάνει ἤδη τό πρῶτο), καταλήγουμε νά ἀπαγορεύουμε στόν ἐπιστήμονα νά μιλᾷ «ἐπιστημονικά» γιὰ κάθε φαινόμενο, πού δέν ἔχει ἀκόμη παρατηρηθεῖ. 'Ἀλλὰ καί μέ τὴν παρούσα μορφή, ὁ περιορισμός αὐτός ἀπαγορεύει στόν ἐπιστήμονα νά στηρίζει τίς ἔρευνές του σέ μιά θεωρία, κάθε φορά πού οἱ ἔρευνες αὐτές προσεγγίζουν σέ μιά περιοχὴ ἢ τείνουν σ' ἕνα βαθμὸ ἀκρίβειας, πού δέν ἔχει ἀκόμη ἐπιτευχθεῖ ἀπὸ τίς παλιότερες ἐφαρμογές τῆς θεωρίας. Αὐτές οἱ ἀπαγορεύσεις λογικά μποροῦν νά σταθοῦν. Τό ἀποτέλεσμα ὅμως τῆς ἀποδοχῆς τους θά ἦταν τό τέλος τῶν ἐρευνῶν, πού προωθοῦν τὴν ἀνάπτυξη τῆς ἐπιστήμης.

Γιὰ τὴν ὥρα, τό σημεῖο αὐτό ἐμπεριέχει μιά ταυτολογία. Χωρὶς στράτευση σ' ἕνα Παράδειγμα, δέ θά ὑπῆρχε φυσιολογικὴ ἐπιστήμη. Αὐτὴ ἡ στράτευση πρέπει μάλιστα νά ἐκτείνεται σέ περιοχές καί βαθμούς ἀκρίβειας χωρὶς προηγούμενο. Γιατί, στὴν ἀντίθετη περίπτωσι, τό Παράδειγμα δέ θά μπορούσε νά ὀδηγήσει σέ γρίφους πού δέν ἔχουν ἤδη λυθεῖ. 'Επιπλέον, δέν ἐξαρτᾶται

4. James B. Conant, *Overthrow of the Phlogiston Theory* (Cambridge, 1950), σ. 13-16 καί J.R. Partington, *A Short History of Chemistry* (2η ἔκδ., London, 1951), σ. 85-88. 'Ἡ πληρέστερη καί πιὸ εὐνοϊκὴ περιγραφή τῶν ἐπιτεύξεων τῆς φλογιστικῆς θεωρίας εἶναι τῆς H. Metzger, *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique* (Paris, 1930), μέρος II.

5. Συγκρίνατε τὰ συμπεράσματα ἀπὸ μιά ἐντελῶς διαφορετικὴ μορφή ἀνάλυσης στό: R.B. Braithwaite, *Scientific Explanation* (Cambridge, 1953), σ. 50-87, κυρίως σ. 76.

μόνο ή φυσιολογική επιστήμη απ' τή στράτευση σ' ένα παράδειγμα. "Αν ή ύπάρχουσα θεωρία δεσμεύει τόν επιστήμονα μόνο στίς γνωστές εφαρμογές, τότε δέν μπορούν νά ύπάρξουν οϋτε εκπλήξεις, οϋτε άνωμαλίες, οϋτε κρίσεις. 'Αλλά αϋτοί άκριβώς είναι οί σηματοδότες του δρόμου γιά τήν ιδιόρρυθμη επιστήμη. "Αν πάρουμε κατά γράμμα τούς θετικιστικούς περιορισμούς στό φάσμα τών έγκυρων εφαρμογών τής θεωρίας, τότε παύει νά λειτουργεί ο μηχανισμός πού πληροφορεί τήν επιστημονική κοινότητα γιά τά προβλήματα πού μπορούν νά οδηγήσουν sé θεμελιώδεις αλλαγές. Κι αν συμβεί κάτι τέτοιο, τότε ή κοινότητα αναπόφευκτα θά επιστρέψει sé κάτι παρόμοιο μέ τήν προ-Παραδειγματική της κατάσταση, μιά κατάσταση, όπου όλα τά μέλη έξασκοϋν επιστήμη αλλά όπου τό τελικό προϊόν δέ μοιάζει καθόλου μέ επιστήμη. Είναι λοιπόν τόσο εκπληκτικό τό γεγονός ότι τό τίμημα μιάς σημαντικής επιστημονικής προόδου είναι μιά στράτευση πού διατρέχει τόν κίνδυνο νά είναι λανθασμένη;

'Ακόμη πιό σημαντικό είναι τό ότι ύπάρχει ένα άποκαλυπτικό λογικό κενό στό επιχείρημα τών θετικιστών, πού θά μās οδηγήσει πάλι κατευθείαν στή φύση τής επαναστατικής αλλαγής. Μπορεί πραγματικά ή νευτώνια δυναμική νά προκύψει λογικά απ' τή σχετικιστική δυναμική; Πώς θά ήταν μιά τέτοια λογική παραγωγή; "Ας ύποθέσουμε ένα σύνολο προτάσεων $E_1, E_2 \dots E_n$, πού όλες μαζί έμπεριέχουν τούς νόμους τής θεωρίας τής σχετικότητας. Αϋτές οί προτάσεις περιέχουν μεταβλητές και παραμέτρους πού αντιπροσωπεϋουν τή θέση στό χώρο, τό χρόνο, τή μάζα sé ήρεμία κτλ. 'Απ' αϋτές, μέ τή βοήθεια τών μαθηματικών και λογικών μηχανισμών, μπορεί νά παραχτεί ένα σύνολο άλλων προτάσεων, εκ τών οποίων όρισμένες μπορούν νά έλεχθοϋν από τήν παρατήρηση. Γιά νά άποδείξουμε ότι ή νευτώνια δυναμική είναι μιά ειδική περίπτωση θά πρέπει νά προσθέσουμε στίς E_i κάποιες επιπλέον προτάσεις, όπως ή $(v/c)^2 \ll 1$ ⁶, περιορίζοντας μ' αϋτόν τόν τρόπο τό φάσμα τών παραμέτρων και τών μεταβλητών. Τό ευρύτερο αϋτό σύνολο προτάσεων, μέ κατάλληλους χειρισμούς, θά πρέπει νά μās δώσει ένα νέο σύνολο προτάσεων $N_1, N_2, \dots N_m$, πού ταυτίζεται μέ τούς νευτώνιους νόμους τής κίνησης, τής βαρύτητας, κ.ο.κ. Φαινομενικά, ή νευτώνια δυναμική προέκυψε λογικά από τή θεωρία του Einstein, μέσα στα όρια λίγων

6. ['Η συνθήκη αϋτή όρίζει ότι οί ταχύτητες στίς όποιες θά αναφερθοϋμε πρέπει νά είναι πολύ μικρότερες απ' τήν ταχύτητα του φωτός] σ.τ.έ.

περιοριστικῶν συνθηκῶν.

Κι ὅμως ἡ λογικὴ παραγωγή εἶναι πλαστὴ, τουλάχιστο ὡς ἓνα βαθμὸ. Οἱ προτάσεις Νι εἶναι βέβαια μιὰ εἰδικὴ περίπτωση τῶν νόμων τῆς σχετικιστικῆς δυναμικῆς δέν εἶναι ὅμως οἱ νόμοι τοῦ Newton. Ἡ μᾶλλον μποροῦν νά εἶναι οἱ νόμοι τοῦ Newton μόνον ἂν ἐρμηνευτοῦν μέ ἓνα τρόπο πού ἦταν ἀδύνατο νά διανοηθοῦμε πρὶν ἀπὸ τὴν ἐργασία τοῦ Einstein. Οἱ μεταβλητές καὶ οἱ παράμετροι, πού στίς προτάσεις Εἰ τοῦ Einstein ἀντιπροσωπεύουν τὴ θέση στό χῶρο, τὴ μάζα, τὸ χρόνο κτλ., ὑπάρχουν καὶ στίς προτάσεις Νι· καὶ ἐδῶ ἐξακολουθοῦν νά ἀντιπροσωπεύουν τὸ σχετικιστικὸ χῶρο, μάζα καὶ χρόνο. "Ὅμως οἱ φυσικὲς ὀντότητες πού ἀντιπροσωπεύονται ἀπ' αὐτές τίς σχετικιστικὲς ἔννοιες δέν ταυτίζονται σέ καμιὰ περίπτωση μέ τίς φυσικὲς ὀντότητες πού ἀντιπροσωπεύονται ἀπ' τίς νευτώνιες ἔννοιες, πού φέρουν τὸ ἴδιο ὄνομα. (Ἡ νευτώνια μάζα διατηρεῖται, ἐνῶ ἡ σχετικιστικὴ μάζα εἶναι μετατρέψιμη σέ ἐνέργεια. Μόνον σέ μικρὲς σχετικὲς ταχύτητες μποροῦν καὶ οἱ δύο νά μετρηθοῦν μέ τὸν ἴδιο τρόπο, ἀλλὰ οὔτε καὶ τότε δέν πρέπει νά θεωρηθοῦν ταυτισμένες). "Ἄν δέν ἀλλάξουμε τούς ὀρισμούς τῶν μεταβλητῶν στίς Νι, οἱ προτάσεις αὐτές πού προέκυψαν δέν εἶναι νευτώνιες. "Ἄν πάλι τίς ἀλλάξουμε, δέν ἔχουμε τὸ δικαίωμα νά ποῦμε ὅτι μέ *λογικὴ παραγωγή* φτάσαμε στοὺς νόμους τοῦ Newton —τουλάχιστο ὄχι μέ τὴν καθιερωμένη σήμερα ἔννοια τῆς λογικῆς παραγωγῆς [derivation].

Τὸ ἐπιχείρημά μας, φυσικά, μπορεῖ νά ἐξηγήσει γιατί κάποτε οἱ νόμοι τοῦ Newton φαίνονταν ἱκανοποιητικοί. Μπορεῖ ἀκόμη νά δικαιολογήσει, λ.χ., τὸν ὀδηγὸ αὐτοκινήτου πού συμπεριφέρεται σάν νά ζοῦσε σ' ἓνα νευτώνιο σύμπαν. "Ἐνα παρόμοιο ἐπιχείρημα χρησιμοποιεῖται, ὅταν προσπαθοῦμε νά δικαιολογήσουμε γιατί διδάσκεται ἡ γεωκεντρικὴ ἀστρονομία σέ τοπογράφους. Ἄλλὰ τὸ ἐπιχείρημα δέν ἔχει καταφέρει ἀκόμη νά ἐκπληρώσει τὸ σκοπὸ γιὰ τὸν ὀποῖο συστάθηκε, δηλαδὴ νά δείξει ὅτι οἱ νόμοι τοῦ Newton εἶναι μιὰ ὀριακὴ περίπτωση τῶν νόμων τοῦ Einstein. Γιατί στὴν ὀριακὴ περίπτωση δέν ἀλλάζουν μόνο οἱ μορφές τῶν νόμων· ταυτόχρονα εἴμαστε ἀναγκασμένοι νά διαφοροποιήσουμε τὰ θεμελιώδη δομικὰ στοιχεῖα τοῦ σύμπαντος, στό ὀποῖο ἐφαρμόζονται αὐτοὶ οἱ νόμοι.

Ἡ ἀνάγκη γιὰ ἀλλαγὴ τῆς σημασίας τῶν καθιερωμένων οἰκείων ἔννοιῶν ἀποτελεῖ κεντρικὸ σημεῖο τῆς ἐπαναστατικῆς μεταβολῆς πού ἐπέφερε ἡ θεωρία τοῦ Einstein. Ὁ ἐννοιολογικὸς

μετασχηματισμός πού προκάλεσε είναι βέβαια λιγότερο βίαιος, απ' ό,τι οί μεταβάσεις απ' τό γεωκεντρισμό στόν ήλιοκεντρισμό, απ' τό φλογιστόν στό όξυγόνο ή απ' τά σωματίδια στά κύματα, όμως είναι έξίσου υπεύθυνος γιά τήν άποφασιστική άνατροπή ενός καθιερωμένου τότε Παραδείγματος. Θά μπορούσαμε μάλιστα νά τόν θεωρήσουμε άκόμη καί πρότυπο έπαναστατικῶν έπαναπροσανατολισμῶν στίς έπιστῆμες. 'Ακριβῶς, έπειδή δέν προκάλεσε τήν εισαγωγή πρόσθετων άντικειμένων ή έννοιῶν, ή μετάβαση απ' τή μηχανική τοῦ Newton στοῦ Einstein δείχνει μέ ιδιαίτερη καθαρότητα πῶς ή έπιστημονική επανάσταση προκαλεῖ μιά μετατόπιση τοῦ έννοιολογικοῦ φάσματος, μέσα απ' τό όποιο οί έπιστήμονες άντιλαμβάνονται τόν κόσμο.

Αυτές οί παρατηρήσεις πρέπει νά άρκούν γιά νά άποδείξουν αυτό, πού σ' ένα άλλο φιλοσοφικό κλίμα, θά είχε θεωρηθεῖ ὡς δεδομένο. Τουλάχιστο γιά τούς έπιστήμονες, οί περισσότερες απ' τίς έμφανείς αλλαγές, άνάμεσα σέ μιά έγκαταλελειμμένη έπιστημονική θεωρία καί τή διάδοχό της, θεωροῦνται πραγματικές. Μιά ξεπερασμένη θεωρία μπορεί πάντοτε νά θεωρηθεῖ ειδική περίπτωση τῆς σύγχρονης διαδόχου της, όμως θά πρέπει πρώτα νά μετασχηματιστεῖ κατάλληλα. Καί ὁ μετασχηματισμός αυτός μπορεί νά πραγματοποιηθεῖ μόνο απ' τήν πλεονεκτική θέση μιάς εκ τῶν υστέρων έπισκόπησης, μέ τή σαφή καθοδήγηση τῆς πιό πρόσφατης θεωρίας. 'Αλλά, άκόμη κι αν θεωρήσουμε ὅτι ένας τέτοιος μετασχηματισμός είναι ένα στρατήγημα πού έχουμε δικαίωμα νά χρησιμοποιήσουμε γιά νά έρμηνεύουμε τήν παλιότερη θεωρία, τό άποτέλεσμα τῆς εφαρμογῆς αὐτῆς θά ήταν μιά θεωρία τόσο περιορισμένη πού θά πιστοποιούσε μόνο αυτό πού είναι ήδη γνωστό. Κάτι τέτοιο θά μπορούσε νά έχει κάποια χρησιμότητα —άφου θά ήταν μιά «οικονομική» διατύπωση—άλλά δέ θά άρκοῦσε γιά τήν καθοδήγηση τῆς έρευνας.

"Ας θεωρήσουμε, λοιπόν ὡς δεδομένο ὅτι οί διαφορές τῶν διαδοχικῶν Παραδειγμάτων είναι καί αναγκαῖες καί άσυμφιλίωτες. Μπορούμε τότε νά μιλήσουμε μέ περισσότερη σαφήνεια γιά τό είδος τῶν διαφορῶν αὐτῶν; 'Η πιό έμφανής διαφορά έχει τονιστεῖ ήδη αρκετές φορές: τά διαδοχικά Παραδείγματα μās δίνουν διαφορετικές πληροφορίες γιά τούς κατοίκους τοῦ σύμπαντος καί γιά τή συμπεριφορά αὐτῶν τῶν κατοίκων. Δηλαδή, δέ συμφωνοῦν σέ ζητήματα, ὅπως ή ύπαρξη υπο-ατομικῶν σωματιδίων, ή υλικότητα τοῦ φωτός ή ή διατήρηση τῆς θερμότητας καί τῆς ενέργειας. Αυτές είναι οί διαφορές στήν οὐσία τῶν διαδοχι-

κῶν Παραδειγμάτων καὶ δὲ χρειάζονται περισσότερη διευκρίνιση. Ὅμως τὰ Παραδείγματα δὲ διαφέρουν μόνο στὴν οὐσία, γιατί δὲν ἀπευθύνονται ἀποκλειστικά στὴ φύση, ἀλλὰ καὶ στὴν ἴδια τὴν ἐπιστήμη πού τὰ δημιούργησε. Ἀποτελοῦν τὴν πηγὴ τῶν μεθόδων τοῦ φάσματος τῶν προβλημάτων, τῶν κριτηρίων λύσης πού υἱοθετεῖ κάθε ὄριμη ἐπιστημονικὴ κοινότητα σὲ κάθε χρονικὴ περίοδο. Ἐπομένως, ἡ ἀποδοχὴ ἑνὸς νέου Παραδείγματος συχνὰ ἀπαιτεῖ ἕναν νέο προσδιορισμὸ τῆς ἀνάλογης ἐπιστήμης. Ὅρισμένα παλιότερα προβλήματα μπορεῖ νὰ ἀποδοθοῦν σὲ μιὰ ἄλλη ἐπιστήμη ἢ νὰ χαρακτηριστοῦν ἐντελῶς «ἀντιεπιστημονικά»· κάποια ἄλλα πού στό παρελθόν οὔτε κἀν ὑπῆρχαν ἢ ἦταν ἀσήμαντα, μπορεῖ, μὲ τὸ νέο Παράδειγμα, νὰ γίνουν τὰ ἴδια τὰ πρότυπα τῶν σημαντικῶν ἐπιστημονικῶν ἐπιτεύξεων. Καὶ ὅπως ἀλλάζουν τὰ προβλήματα, μὲ ἴδιο τρόπο ἀλλάζει συχνὰ καὶ τὸ κριτήριο πού διαχωρίζει μιὰ πραγματικὴ ἐπιστημονικὴ λύση ἀπὸ μιὰ μεταφυσικὴ ἀφαίρεση, ἕνα γλωσσικὸ ἢ μαθηματικὸ παιχνίδι. Ἡ φυσιολογικὴ-ἐπιστημονικὴ παράδοση, πού πηγάζει ἀπὸ μιὰ ἐπιστημονικὴ ἐπανάσταση, δὲν εἶναι μόνο ἀσυμβίβαστη [incompatible], ἀλλὰ συχνὰ πραγματικὰ ἀσύμμετρα [incommensurable] μὲ τὴν παράδοση πού εἶχε προηγηθεῖ.

Ἡ ἐπίδραση τοῦ ἔργου τοῦ Newton στὴ φυσιολογικὴ παράδοση τῆς ἐπιστημονικῆς πρακτικῆς τοῦ 17ου αἰ. προσφέρεται ιδιαίτερα γιὰ τὴ διερεύνηση αὐτῶν τῶν λεπτότερων συνεπειῶν τῆς μεταβολῆς Παραδείγματος. Πρὶν ἀπὸ τὴ γέννηση τοῦ Newton, ἡ «νέα ἐπιστήμη» τοῦ αἰῶνα εἶχε ἐπιτέλους καταφέρει νὰ ἀπορρίψει τίς ἀριστοτελικές καὶ σχολαστικές ἐξηγήσεις πού στηρίζονταν στὶς «οὐσίες» τῶν ὑλικῶν σωμάτων. Τὸ νὰ πεῖ κανεὶς ὅτι μιὰ πέτρα ἔπεσε, γιατί ἡ «φύση» τῆς τὴν ὀδήγησε πρὸς τὸ κέντρο τοῦ σύμπαντος, εἶχε φτάσει νὰ φαίνεται σάν ἕνα ἀπλό ταυτολογικὸ γλωσσικὸ παιχνίδι, κάτι πού γινόταν τότε γιὰ πρώτη φορά. Ὁλόκληρη ἡ ροὴ τῶν αἰσθητηριακῶν φαινομένων, δηλ. τὰ χρώματα, οἱ γεύσεις ἀκόμη καὶ τὰ βάρη, ἄρχισαν πιά νὰ ἐξηγοῦνται μὲ ὄρους μεγέθους, σχήματος, θέσης καὶ κίνησης τῶν στοιχειωδῶν σωματιδίων τῆς βασικῆς ὕλης. Ἡ ἀπόδοση ἄλλων ιδιοτήτων στὰ στοιχειώδη ἄτομα, θεωροῦνταν καταφυγὴ στό ἀπόκρυφο καὶ ἐπομένως ἔξω ἀπ' τὰ ὅρια τῆς ἐπιστήμης. Ὁ Μολιέρος ἔπιασε ἀκριβῶς αὐτὸ τὸ νέο πνεῦμα, ὅταν γελοιοποίησε

7. [Δὲν ὑπάρχει δηλ. κανένα κοινὸ μέτρο σύγκρισης ἀνάμεσα στὶς δύο θεωρίες] σ.τ.ε.

τό γιατρό πού εξηγοῦσε τήν ἀποτελεσματικότητα τοῦ ὀπίου ὡς ναρκωτικοῦ, ἀποδίδοντάς του μιὰ ὑπνωτική «δύναμη». Κατά τό δεύτερο μισό τοῦ 17ου αἰ., πολλοί ἐπιστήμονες προτιμοῦσαν νά λένε ὅτι τό σφαιρικό σχῆμα τῶν σωματιδίων τοῦ ὀπίου τά κάνει ικανά νά καταπραῦνουν τά νεῦρα, γύρω ἀπ' τά ὁποῖα κινοῦνται⁸.

Σέ προηγούμενες περιόδους, οἱ ἐξηγήσεις μέ ὄρους ἀπόκρυφων ἰδιοτήτων ἀποτελοῦσαν ἕνα ἀκέραιο τμήμα τῆς παραγωγικῆς ἐπιστημονικῆς ἐργασίας. Ἡ νέα, πάντως, πρόσδεση τοῦ 17ου αἰ. στίς μηχανικο-σωματιδιακές ἐξηγήσεις ἀποδείχτηκε ἰδιαίτερα γόνιμη γιά πολλές ἐπιστήμες· τίς ἀπάλλαξε ἀπό προβλήματα χωρίς γενικά ἀποδεκτές λύσεις καί πρότεινε ἄλλα γιά νά τά ἀντικαταστήσουν. Στό πεδίο τῆς δυναμικῆς, λ.χ., οἱ τρεῖς νόμοι τῆς κίνησης τοῦ Newton εἶναι ἕνα προϊόν ὄχι τόσο τῶν νέων πειραμάτων ἀλλά μᾶλλον τῆς προσπάθειας νά ἐπαναερμηνευτοῦν πασίγνωστες παρατηρήσεις μέ ὄρους κινήσεων καί ἀλληλεπιδράσεων τῶν πρωταρχικῶν οὐδετέρων σωματιδίων. Θά δοῦμε μιὰ μόνο συγκεκριμένη περίπτωση. Ἐφόσον τά οὐδέτερα σωματίδια μποροῦσαν νά ἐπιδράσουν τό ἕνα ἐπάνω στό ἄλλο μόνο μέ ἐπαφή, ἡ μηχανικο-σωματιδιακή ἀντίληψη τῆς φυσικῆς πραγματικότητας ἔστρεψε τήν προσοχή σέ ἕνα ἐντελῶς νέο ἀντικείμενο μελέτης, τή μεταβολή πού ἐπιφέρουν οἱ συγκρούσεις στίς κινήσεις τῶν σωματιδίων. Πρῶτος ὁ Descartes ἔθεσε τό πρόβλημα καί ἔδωσε μιὰ ὑποτιθέμενη λύση. Ὁ Huyghens, ὁ Wren καί ὁ Wallis προχώρησαν περισσότερο πειραματιζόμενοι μέ συγκρουόμενα βαρίδια ἐνός ἐκκρεμοῦς, ἀλλά κυρίως ἐφαρμόζοντας τά ἤδη γνωστά χαρακτηριστικά τῆς κίνησης στό νέο πρόβλημα. Καί ὁ Newton ἐνσωμάτωσε τά συμπεράσματά τους στούς νόμους τοῦ τῆς κίνησης. Οἱ ἴσες «δράσεις» καί «ἀντιδράσεις» τοῦ τρίτου νόμου εἶναι οἱ μεταβολές στήν ποσότητα τῆς κίνησης πού παρατηροῦνται κατά τή σύγκρουση δύο σωμάτων. Ἡ ἴδια μεταβολή τῆς κίνησης στηρίζει τόν ὀρισμό τῆς δύναμης, πού ἐμπεριέχεται στό δεύτερο νόμο. Ἐδῶ, ὅπως καί σέ πολλές ἄλλες περιπτώσεις στό 17ο αἰ., τό σωματιδιακό Παράδειγμα ἔδωσε ταυτόχρονα, ἕνα νέο πρόβλημα καί μεγάλο μέρος τῆς λύσης του⁹.

Ἐπομένως, ἄν καί ἕνα μεγάλο μέρος τοῦ ἔργου τοῦ Newton

8. Γιά τή σωματιδιακή ἀντίληψη, γενικά, δέξ Marie Boas, «The Establishment of the Mechanical Philosophy», *Osiris* X (1952), σ. 412-541. Γιά τίς ἐπιδράσεις τοῦ σχήματος τῶν σωματιδίων στή γεύση δέξ δ.π., σ. 483.

9. R. Dugas, *La mécanique au XVII^e siècle* (Neuchatel, 1954), σ. 177-85, 284-98, 545-56.

όδηγησε σέ προβλήματα και ένσωμάτωσε κριτήρια συνδεδεμένα μέ τή μηχανικο-σωματιδιακή αντίληψη, τό Παράδειγμα πού προέκυψε άπ' τό έργο του προκάλεσε μιά μεγάλη και, ώς ένα βαθμό, καταστρεπτική άλλαγή στά θεωρούμενα έγκυρα επιστημονικά προβλήματα και κριτήρια. 'Η βαρύτητα, άν έρμηνευτεί ώς έμφυτη έλξη δύο ύλικών σωμάτων, είναι μιά άπόκρυφη ιδιότητα μέ τήν ίδια έννοια πού ήταν άπόκρυφη και ή σχολαστική «τάση γιά πτώση». Είμαι φυσικό λοιπόν τό γεγονός ότι, όσον καιρό τά κριτήρια τής σωματιδιακής αντίληψης παρέμεναν έγκυρα, ή άναζήτηση μιās μηχανικής εξήγησης τής βαρύτητας άποτέλεσε τό πιο προκλητικό πρόβλημα γι' αυτούς πού δέχονταν ώς Παράδειγμα τά *Principia* του Newton. 'Ο ίδιος ό Newton άφιέρωσε πολλή προσπάθεια σ' αυτό τό πρόβλημα και τό ίδιο έκαναν και οι συνεχιστές του του 18ου αι. Φαινομενικά, ή μόνη δυνατή έκλογή ήταν νά άπορριφτεί ή θεωρία του Newton, άφου δέν μπορούσε νά εξηγήσει τή βαρύτητα, και αυτή ή έναλλακτική λύση πραγματικά υιοθετήθηκε άπό πολλούς. "Όμως τελικά καμιά άπ' αυτές τίς άπόψεις δέν επικράτησε. Οι επιστήμονες άνίκανοι, άπ' τήν μιά μεριά, νά έξασκήσουν έπιστήμη χωρίς τά *Principia* και άπ' τήν άλλη, νά τά προσαρμόσουν στά σωματιδιακά κριτήρια του 17ου αι., βαθμιαία άναγκάστηκαν νά δεχτούν τήν άποψη ότι ή βαύτητα ήταν όντως έμφυτη. Στά μέσα του 18ου αι., αυτή ή έρμηνεία ήταν σχεδόν καθολικά άποδεκτή και τό άποτέλεσμα ήταν μιά γνήσια επιστροφή (πού διαφέρει άπό μιά όπισθοχώρηση) σ' ένα σχολαστικό κριτήριο. Οι έμφυτες έλξεις και άπώσεις προστέθηκαν στό μέγεθος, στό σχήμα, στή θέση και στήν κίνηση ώς προταρχικές, μή-άναγώγιμες ιδιότητες τής ύλης¹⁰.

Γιά μιά άκόμη φορά, ή άλλαγή πού προέκυψε στά κριτήρια και στό φάσμα των προβλημάτων τής φυσικής έπιστήμης ήταν σημαντική. Γύρω στά 1740, λ.χ., οι ειδικοί μπορούσαν νά μιλουں γιά τήν έλκτική «δύναμη» του ήλεκτρικού ρεύματος και νά μή θεωρούνται γελοίοι, αντίθετα μέ τό γιατρό του Μολιέρου πρίν άπό ένα αιώνα. Μ' αυτόν τόν τρόπο, τά ήλεκτρικά φαινόμενα άρχισαν προοδευτικά νά παρουσιάζουν μιά τάξη διαφορετική άπ' αυτήν πού παρουσίαζαν τόν καιρό πού θεωρούνταν άποτελέσματα μιās μηχανικής έκροης, πού μπορούσε νά επιδράσει μόνο έξ έπαφής.

10. I.B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof* (Philadelphia, 1956), κεφ. vi-vii.

Ειδικότερα, όταν ή ηλεκτρική επίδραση-έξ-άποστάσεως έγινε ένα αυτοδύναμο αντικείμενο μελέτης, τότε έγινε δυνατή ή αναγνώριση του φαινομένου πού σήμερα ονομάζουμε επαγωγική φόρτιση, σαν ένα από τά αποτελέσματά της. Παλιότερα, ή περνούσε άπαρατήρητο ή, όταν τό παρατηρούσαν, τό απέδιδαν στην άμεση επίδραση ήλεκτρικῶν «άτμοσφαιρῶν» ή στις διαρροές πού αναπόφευκτα συμβαίνουν σέ κάθε ήλεκτρικό έργαστήριο. 'Η νέα όπτική τῶν επαγωγικῶν φαινομένων άπετέλεσε, μέ τή σειρά της, τό κλειδί γιά τήν άνάλυση τῆς φιάλης Leyden άπό τόν Franklin καί, κατά συνέπεια, γιά τήν εμφάνιση ενός νέου νευτώνιου Παραδείγματος γιά τόν ήλεκτρισμό. 'Η δυναμική καί ό ήλεκτρισμός δέν ήταν οί μοναδικοί έπιστημονικοί κλάδου πού έπηρέαστηκαν άπό τή νομιμοποίηση τῆς έρευνας γιά έμφυτες δυνάμεις στην ύλη. Τό μεγαλύτερο μέρος τῶν έργασιῶν του 18ου αϊ., γιά τίς χημικές συγγένειες καί τίς σειρές αντικαταστάσεων άπορρέει άπό αὐτήν τήν έξω-μηχανική πλευρά του έργου του Newton. Οί χημικοί, πού έδωσαν πίστη στην ύπαρξη αὐτῶν τῶν διαφορικῶν έλξεων, πού έξασκοῦνται άνάμεσα στά χημικά είδη, όργάνωσαν πρωτότυπα πειράματα καί άναζήτησαν νέους τύπους αντιδράσεων. Χωρίς τά δεδομένα καί τίς χημικές έννοιες πού άποκτήθηκαν στή διάρκεια αὐτῆς τῆς διαδικασίας, θά ήταν άδιανόητο τό μεταγενέστερο έργο του Lavoisier καί, άκόμη περισσότερο, του Dalton¹¹. 'Ορισμένες άλλαγές τῶν κριτηρίων πού διέπουν τά νόμιμα προβλήματα, τίς έννοιες καί τίς έξηγήσεις μποροῦν νά μετασχηματίσουν μιá έπιστήμη. Στο έπομένο κεφάλαιο, θά προσπαθήσω νά δείξω μέ ποιά έννοια μποροῦν νά μετασχηματίσουν άκόμη καί τόν κόσμο.

Στήν ιστορία κάθε έπιστήμης, σέ οποιαδήποτε περίοδο τῆς ανάπτυξής της, παρουσιάζονται τέτοιες περιπτώσεις, όπου τά διαδοχικά Παραδείγματα διαφέρουν άλλά όχι κύρια στην ουσία. Γιά τήν ώρα, άς άρκεστοῦμε σέ δύο άκόμη σύντομες άναφορές. Πρίν άπό τή χημική επανάσταση, μιá άπό τίς άναγνωρισμένες λειτουργίες τῆς χημείας ήταν νά έξετάζει τίς ιδιότητες τῶν χημικῶν οὐσιῶν καί τίς άλλαγές πού ύφίστανται αὐτές οί ιδιότητες κατά τή διάρκεια τῶν χημικῶν αντιδράσεων. Μέ τή βοήθεια ενός μικροῦ αριθμοῦ στοιχειωδῶν «άρχῶν» —μιá άπ' τίς όποιες ήταν τό φλογιστόν— ό χημικός έπρεπε νά έξηγει γιati

11. Γιά τόν ήλεκτρισμό, δέξ δ.π., κεφ. viii-ix. Γιά τή χημεία, δέξ Metzger, δ.π., μέρος I.

ορισμένες ουσίες ήταν οξίνες, άλλες μεταλλικές, καύσιμες κ.ο.κ. Είχε επιτευχθεί κάποια πρόοδος σ' αυτή την κατεύθυνση. Είδαμε ότι το φλόγιστον εξηγούσε γιατί τὰ μέταλλα μοιάζουν μεταξύ τους, και θά μπορούσαμε νά αναφέρουμε ένα παρόμοιο επιχειρήμα για τὰ οξέα. Ἡ μεταρρύθμιση τοῦ Lavoisier, ὡστόσο, τελικά ἀπέρριψε τίς χημικές «ἀρχές» καί μ' αὐτόν τόν τρόπο ἐπέφερε μιὰ μείωση, «ἐνεργεία καί δυνάμει», τῆς ἐξηγητικῆς ἰκανότητος τῆς χημείας. Γιὰ νά ἀντισταθμιστεῖ αὐτή ἡ ἀπώλεια, ἦταν ἀναγκαῖο μιὰ ἀλλαγή στά κριτήρια: κατά τή διάρκεια ἑνός μεγάλου μέρους τοῦ 19ου αἰ., ἡ ἀδυναμία νά ἐξηγηθοῦν οἱ ἰδιότητες τῶν χημικῶν ἐνώσεων δέν ἀποτελοῦσε σοβαρό ἀρνητικό κριτήριο γιά μιὰ χημική θεωρία¹².

Ἄλλη περίπτωση: ὁ Clerk Maxwell, ὅπως οἱ ἄλλοι ὑπέρμαχοι τῆς κυματικῆς θεωρίας τοῦ φωτός κατά τό 19ο αἰ., ἦταν πεπεισμένος ὅτι τὰ κύματα τοῦ φωτός πρέπει νά διαδίδονται μέσα ἀπό ἕναν ὑλικά αἰθέρα. Τό μόνιμο πρόβλημα τῶν ἰκανότερων συγχρόνων του ἦταν ἡ σύλληψη ἑνός μηχανικοῦ μέσου κατάλληλου γιά τή διάδοση τέτοιων κυμάτων. Ὡστόσο, ἡ θεωρία τοῦ ἴδιου τοῦ Maxwell, ἡ ἠλεκτρομαγνητική θεωρία τοῦ φωτός ἦταν ἐντελῶς ἀνεξάρτητη ἀπό τήν ὑπαρξή κάποιου μέσου κατάλληλου γιά τή διάδοση τῶν κυμάτων τοῦ φωτός καί, κατά συνέπεια, καθιστοῦσε ἀκόμη δυσκολότερη τή σύλληψη ἑνός τέτοιου μέσου ἀπ' ὅσο φαινόταν προηγουμένως. Στήν ἀρχή, γι' αὐτούς ἀκριβῶς τοὺς λόγους, ἡ θεωρία τοῦ Maxwell δέν ἔγινε καθόλου ἀποδεκτή. Ὅμως, ὅπως εἶχε γίνει καί μέ τόν Newton, ἀποδείχτηκε ὅτι ἡ θεωρία αὐτή ἦταν ἀπαραίτητη, καί καθῶς ἔπαιρνε τό κύρος ἑνός Παραδείγματος, ἡ στάση τῆς κοινότητος ἀπέναντί της ἄλλαξε. Στίς πρῶτες δεκαετίες τοῦ 20οῦ αἰ., ἡ ἐπιμονή τοῦ Maxwell στήν ὑπαρξή ἑνός μηχανικοῦ αἰθέρα φαινόταν ὄλο καί περισσότερο σάν κάτι πού εἶχε εἰπωθεῖ ἀπό κεκτημένη ταχύτητα (ἐνῶ σαφῶς δέν ἐπρόκειτο γιά κάτι τέτοιο), καί οἱ προσπάθειες γιά τή σύλληψη ἑνός τέτοιου μηχανικοῦ μέσου ἐγκαταλείφθηκαν. Οἱ ἐπιστήμονες δέ θεωροῦσαν πιά ἀντιεπιστημονικό νά μιλήσουν γιά μιὰ ἠλεκτρική «μετατόπιση», χωρίς νά προσδιορίζουν τί ἦταν αὐτό πού μετατοπιζόταν. Τό ἀποτέλεσμα, γιά μιὰ ἀκόμη φορά, ἦταν ἕνα νέο σύνολο προβλημάτων καί κριτηρίων, πού στή συνέχεια ἔπαιξε μεγάλο ρόλο στήν ἐμφάνιση τῆς θεωρίας τῆς σχετικότητος¹³.

12. E. Meyerson, *Identity and Reality* (New York, 1930), κεφ. x.

13. E.T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, II

Βέβαια, αν κάποιος υπέθετε ότι αυτές οι χαρακτηριστικές αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο ή κοινότητα αντιλαμβάνεται τα έγκυρα προβλήματα και κριτήριά της, δείχνουν πάντοτε το πέρασμα από ένα χαμηλότερο σ' ένα υψηλότερο μεθοδολογικό τύπο, τότε θα είχαν λιγότερη σημασία για τη στήριξη της θέσης αυτού του βιβλίου. Σ' αυτήν την περίπτωση τα αποτελέσματα αυτών των αλλαγών θα έμοιαζαν κι αυτά συσσωρευτικά. Δέν είναι αξιοπερίεργο τό ότι όρισμένοι ιστορικοί έχουν ισχυριστεί ότι ή ιστορία των επιστημών αντανακλά μία συνεχή αύξηση της ώριμότητας και της εκλέπτυνσης των αντιλήψεων του ανθρώπου για τη φύση της επιστήμης¹⁴. Καί όμως, είναι ακόμη δυσκολότερο νά υποστηριχτεί ή θέση για τη συσσωρευτική ανάπτυξη των επιστημονικών προβλημάτων και κριτηρίων, απ' ό,τι ή θέση για τη συσσωρευση των θεωριών. Η προσπάθεια για νά δοθεί μία επιστημονική εξήγηση της βαρύτητας, εγκαταλείφθηκε απ' την πλειονότητα των επιστημόνων του 18ου αϊ. και ή εγκατάλειψη αυτή αποδείχτηκε γόνιμη για την επιστήμη· ωστόσο τό ίδιο τό πρόβλημα της εξήγησης της βαρύτητας δέν ήταν ένα απαράδεκτο από τη φύση του πρόβλημα· ή αντίρρηση στην ύπαρξη έμφυτων δυνάμεων δέν ήταν ούτε αντιεπιστημονική ούτε μεταφυσική —μέ την ύποτιμητική έννοια της λέξης. Δέν υπάρχουν έξωτερικά κριτήρια πού θά επέτρεπαν μία τέτοια αξιολόγηση. Αυτό πού συνέβη δέν ήταν ούτε μία παρακμή ούτε μία άνοδος των κριτηρίων· ήταν απλώς μία αλλαγή, πού επιβλήθηκε από την υιοθέτηση ενός νέου Παραδείγματος. Μάλιστα αυτή ή αλλαγή έχει ήδη ανατραπεί και μπορεί στό μέλλον νά ξανασυμβεί κάτι τέτοιο. Στόν 20ο αϊ., ό Einstein κατάφερε νά εξηγήσει τίς έλξεις της βαρύτητας, δίνοντας μία έρμηνεία πού όδήγησε την επιστήμη ξανά σ' ένα σύνολο κανόνων και προβλημάτων πού μπορεί νά θεωρηθεί, απ' αυτήν την άποψη, πιο κοντά στους προκατόχους του Newton παρά στους διαδόχους του. Η ακόμη, ή ανάπτυξη της κβαντομηχανικής άνέτρεψε τη μεθοδολογική απαγόρευση, πού είχε επιβληθεί από τον καιρό της χημικής επανάστασης· οι χημικοί τώρα προσπαθούν, και τά καταφέρνουν πολύ καλά, νά εξηγήσουν τό χρώμα, τη συσσωμάτωση και τίς άλλες ιδιότητες

(London, 1953), σ. 28-30.

14. Για μία θαυμαστή και έντελως σύγχρονη άπόπειρα νά προσαρμοστεί ή επιστημονική ανάπτυξη σ' αυτήν την προκρούστεια αντίληψη, δέξ C.C. Gillispie, *The Edge of Objectivity: An Essay in the History of Scientific Ideas* (Princeton, 1960).

τῶν οὐσιῶν πού χρησιμοποιοῦνται καί πού παράγονται στά ἐργαστήριά τους. Μιά παρόμοια ἀνατροπή μπορεῖ αὐτή τή στιγμή νά συντελεῖται στήν ἠλεκτρομαγνητική θεωρία. Ὁ χῶρος, γιά τή σύγχρονη φυσική, δέν εἶναι τό ἀδρανές καί ὁμογενές ὑπόστρωμα πού προϋπέθεταν οἱ θεωρίες τοῦ Newton καί τοῦ Maxwell· ὀρισμένες ἀπ' τῆς νέες ιδιότητες του δέ διαφέρουν πολύ ἀπό αὐτές πού κάποτε ἀπέδιδαν στόν αἰθέρα· μπορεῖ λοιπόν κάποια μέρα νά φτάσουμε νά γνωρίσουμε τί εἶναι μιὰ ἠλεκτρική μετατόπιση.

Μετατοπίζοντας τό βάρος ἀπ' τή γνωστική στήν κανονιστική [νομιατική] λειτουργία τῶν Παραδειγμάτων, οἱ προηγούμενες περιπτώσεις μᾶς ἐπιτρέπουν νά καταλάβουμε καλύτερα μέ ποιό τρόπο τά Παραδείγματα ρυθμίζουν τήν ἐπιστημονική ζωή. Στήν ἀρχή, εἶχαμε ἐξετάσει κατά κύριο λόγο τό ρόλο τοῦ Παραδείγματος ὡς φορέα τῶν ἐπιστημονικῶν θεωριῶν. Σ' αὐτόν τό ρόλο λειτουργεῖ πληροφορώντας τόν ἐπιστήμονα γιά τῆς ὀντότητες, πού ἡ φύση περιέχει ἢ δέν περιέχει, καί γιά τόν τρόπο συμπεριφορᾶς αὐτῶν τῶν ὀντοτήτων. Αὐτές οἱ πληροφορίες ἀποκρυσταλλώνονται σ' ἓνα χάρτη, τοῦ ὁποίου τῆς λεπτομέρειες διαφωτίζει ἡ ὄριμη ἐπιστημονική ἔρευνα. Καί, καθῶς ἡ φύση εἶναι τόσο σύνθετη καί πολυποικίλη, ὥστε νά μήν μπορεῖ νά ἐξερευνηθεῖ στήν τύχη, αὐτός ὁ χάρτης εἶναι ἐξίσου σημαντικός γιά τή συνεχή ἀνάπτυξη τῆς ἐπιστήμης ὅσο καί ἡ παρατήρηση καί τό πείραμα. Μέσα ἀπ' τῆς θεωρίες πού ἐνσωματώνουν, τά Παραδείγματα ἀποδεικνύονται συστατικά στοιχεῖα τῆς ἐρευνητικῆς δραστηριότητας. Εἶναι ὅμως συστατικά στοιχεῖα τῆς ἐπιστήμης κι ἀπό ἄλλες ἀκόμη πλευρές· αὐτό ἀκριβῶς τονίσαμε πρὶν ἀπό λίγο. Εἰδικότερα, οἱ τελευταῖες περιπτώσεις πού ἐξετάσαμε δείχνουν ὅτι τά Παραδείγματα δέν προσφέρουν μόνο χάρτες στούς ἐπιστήμονες ἀλλά ἐπίσης καί τῆς οὐσιαστικές ὁδηγίες γιά τήν τεχνική τῆς κατασκευῆς τῶν χαρτῶν. Ἐκπαιδευόμενος σέ ἓνα Παράδειγμα, ὁ ἐπιστήμονας μαθαίνει ταυτόχρονα τή θεωρία, τῆς μεθόδους καί τά κριτήρια, συνήθως ὡς ἓνα ἀδιαχώριστο σύνολο. Ἐπομένως, ὅταν τά Παραδείγματα ἀλλάζουν, συμβαίνουν συνήθως σημαντικές μεταβολές στά κριτήρια πού καθορίζουν τήν ἐγκυρότητα τόσο τῶν προβλημάτων ὅσο καί τῶν προτεινόμενων λύσεων.

Αὐτή ἡ παρατήρηση μᾶς φέρνει πίσω στό σημεῖο, ἀπ' ὅπου ἄρχισε αὐτό τό κεφάλαιο· παρέχει τήν πρώτη ρητή ἔνδειξη γιά μιὰ ἀπάντηση στό πρόβλημα τοῦ γιατί ἡ ἐκλογή ἀνάμεσα σέ ἀντιμαχόμενα Παραδείγματα γεννᾷ κατά κανόνα ἐρωτήματα πού

είναι αδύνατο νά λυθοῦν μέ τά κριτήρια τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης. Ἐπ' τῆ στιγμῆ, λοιπόν, πού δύο ἐπιστημονικές σχολές διαφωνοῦν στό τί εἶναι πρόβλημα καί στό τί εἶναι λύση —τό τόσο σημαντικό αὐτό σημεῖο θά ἔπρεπε βέβαια νά διερευνηθεῖ περισσότερο— εἶναι ἀναπόφευκτο οἱ συζητήσεις τους γιά τά πλεονεκτήματα τῶν ἀντίστοιχων Παραδειγμάτων τους νά πέφτουν στό κενό. Σύμφωνα μέ τά ταυτολογικά ἐπιχειρήματα πού συνήθως προκύπτουν, κάθε Παράδειγμα θά ἐμφανίζεται νά ἱκανοποιεῖ λίγο ἢ πολύ τά κριτήρια πού τό ἴδιο θέτει στόν ἑαυτό του καί νά ἀδυνατεῖ νά ἱκανοποιήσῃ ὀρισμένα ἀπ' τά κριτήρια πού θέτει τό ἄλλο Παράδειγμα. Ὑπάρχουν, βέβαια, κι ἄλλοι λόγοι γιά τήν ἔλλειψη λογικῆς συνάφειας πού χαρακτηρίζει κατά κανόνα τίς διαμάχες τῶν Παραδειγμάτων. Ἔτσι, λ.χ., καθώς κανένα Παράδειγμα δέ λύνει ποτέ ὅλα τά προβλήματα πού θέτει καί καθώς ποτέ δύο Παραδείγματα δέν ἀφήνουν τά ἴδια προβλήματα ἄλυτα, οἱ διαμάχες πάντοτε περιέχουν τό ἐρώτημα: Ποιά προβλήματα εἶναι πῶς σημαντικό νά λυθοῦν; Ὅπως στήν περίπτωση τῶν ἀντιμαχόμενων κανόνων, μιά τέτοια ἐρώτηση πού ἀφορᾷ ἀξίες δέν μπορεῖ ν' ἀπαντηθεῖ παρά μόνο μέ ὄρους κάποιων κριτηρίων πού θά ἦταν ἐντελῶς ἀνεξάρτητα ἀπό τή φυσιολογική ἐπιστήμη· αὐτή ἀκριβῶς ἡ ἀναζήτηση ἐξωτερικῶν κριτηρίων καθιστᾷ τίς διαμάχες τῶν Παραδειγμάτων ἐπαναστατικές. Ὡστόσο, ὑπάρχει καί κάτι ἄλλο, ἀκόμη πῶς σημαντικό ἀπό τίς ἀλλαγές κριτηρίων καί ἀξιῶν. Ὡς τώρα ὑποστήριξα ὅτι τά Παραδείγματα εἶναι συστατικά στοιχεῖα μόνο τῆς ἐπιστήμης. Τώρα θά ἤθελα νά δείξω μέ ποιά ἔννοια εἶναι συστατικά καί τῆς ἴδιας τῆς φύσης.

Χ. Οί επανάστασεις ως αλλαγές κοσμοθεώρησης

Ο ιστορικός τής επιστήμης, πού εξετάζει τήν έρευνα του παρελθόντος από τήν πλεονεκτική θέση τής σύγχρονης ιστοριογραφίας, μπορεί νά βρεθεί στον πειρασμό νά ισχυριστεί ότι όταν τά Παραδείγματα αλλάζουν, ό ίδιος ό κόσμος αλλάζει μαζί τους. 'Οδηγημένοι από ένα νέο Παράδειγμα, οί επιστήμονες υιοθετούν νέα όργανα καί εξετάζουν νέα πεδία. 'Ακόμη πιά σημαντικό είναι ότι, κατά τή διάρκεια επαναστάσεων, οί επιστήμονες βλέπουν νέα καί διαφορετικά πράγματα, όταν παρατηρούν, μέ συνηθισμένα όργανα, πεδία πού έχουν ήδη παρατηρήσει. Θά έλεγε κανείς ότι ή επαγγελματική κοινότητα μεταφέρθηκε ξαφνικά σέ έναν άλλο πλανήτη, όπου γνώριμα αντικείμενα φαίνονται αλλοιωμένα καί πλαισιώνονται ακόμη από άλλα άγνωστα. Φυσικά, τίποτε παρόμοιο δέ συμβαίνει: δέν υπάρχει καμιά γεωγραφική μεταφύτευση· έξω απ' τό εργαστήριο, ή καθημερινή ζωή συνεχίζεται συνήθως όπως καί πριν. 'Ωστόσο, οί αλλαγές Παραδειγμάτων όντως όδηγούν τούς επιστήμονες νά βλέπουν μέ διαφορετικό τρόπο τόν κόσμο τής έρευνητικής τους δραστηριότητας. Καί αφού ή μοναδική τους πρόσβαση σ' αυτόν τόν κόσμο είναι αυτά πού βλέπουν καί αυτά πού κάνουν, μπορούμε νά φτάσουμε νά πούμε ότι μετά από μία επανάσταση, οί επιστήμονες λειτουργούν σ' ένα διαφορετικό κόσμο.

Οί γνώριμες επιδείξεις έναλλαγής τών όπτικων μορφών [gestalt] άποδεικνύονται ιδιαίτερα πλούσιες σέ ύποδείξεις, άκριβώς γιατί μπορούν νά θεωρηθούν στοιχειώδη ύποδείγματα αυτών τών μετασηματισμών του κόσμου του επιστήμονα. Αυτό πού ήταν αρχικά πάπια για τόν επιστήμονα, γίνεται, μετά τήν επανάσταση, κουνέλι. Αυτός πού έβλεπε αρχικά τό έξωτερικό ενός κύβου, όταν κοιτούσε από πάνω, στη συνέχεια, από κάτω,

βλέπει τό ἔσωτερικό του¹. Τέτοιοι μετασχηματισμοί —συνήθως περισσότερο βαθμιαῖοι καί σχεδόν πάντοτε μή ἀντιστρεπτοί— εἶναι συνηθισμένα ἐπακόλουθα τῆς ἐπιστημονικῆς ἐκπαίδευσης. Κοιτώντας ἕναν ὑψομετρικό χάρτη, ὁ σπουδαστής βλέπει γραμμές σ' ἕνα χαρτί, ἐκεῖ ὅπου ὁ χαρτογράφος διακρίνει μιά εἰκόνα τοῦ ἐδάφους. Κοιτώντας μιά φωτογραφία κάποιου θαλάμου τοῦ Wilson², ὁ σπουδαστής βλέπει συγκεχυμένες καί τεθλασμένες γραμμές, ἐκεῖ ὅπου ὁ φυσικός διακρίνει μιά καταγραφή οἰκείων ὑποπυρηνικῶν γεγονότων. Μόνο μετά ἀπό μιά σειρά τέτοιων ὀπτικῶν μετασχηματισμῶν, ὁ σπουδαστής γίνεται κάτοικος τοῦ κόσμου τοῦ ἐπιστήμονα, βλέπει ὅ,τι κι ὁ ἐπιστήμονας καί λειτουργεῖ ὅπως κι αὐτός. Αὐτός ὁ κόσμος ὅμως δέν εἶναι ὀριστικά παγιωμένος ἀπό τή φύση τοῦ περιβάλλοντος καί ἀπό τήν ἐπιστήμη. Μᾶλλον, θά λέγαμε ὅτι καθορίζεται ἀπ' τήν κοινή συμβολή τοῦ περιβάλλοντος καί τῆς εἰδικῆς φυσιολογικῆς-ἐπιστημονικῆς παράδοσης, στήν ὁποία ἐκπαιδεύτηκε ὁ σπουδαστής. Ἐπομένως, στόν καιρό τῆς ἐπανάστασης, ὅταν ἡ φυσιολογική-ἐπιστημονική παράδοση ἀλλάζει, ὁ ἐπιστήμονας πρέπει νά ἀναπροσαρμόσει τίς παραστάσεις τοῦ περιβάλλοντός του —πρέπει νά μάθει νά ἀναγνωρίζει μιά νέα gestalt μέσα σέ ὀρισμένες γνώριμες καταστάσεις. Στή συνέχεια, ὁ κόσμος τῆς ἔρευνας του θά φανεῖ, ὡς ἕνα βαθμό, ἀσύμμετρος [incommensurable] σέ σχέση μ' αὐτόν πού κατοικοῦσε ὡς τότε. Νά ἕνας ἀκόμη λόγος, γιατί συμβαίνει σχολές, πού ἀκολουθοῦν διαφορετικά παραδείγματα, νά καταλήγουν πάντοτε, ὡς ἕνα σημεῖο, σέ σύγκρουση.

Βέβαια, στήν πιά συνηθισμένη τους μορφή, τά πειράματα τῶν gestalt διευκρινίζουν μόνο τή φύση τῶν μετασχηματισμῶν τῶν παραστάσεων. Δέν λένε τίποτα γιά τό ρόλο οὔτε τῶν Παραδειγμάτων οὔτε τῆς ἀφομοιωμένης ἤδη ἐμπειρίας στή διαδικασία τῆς παράστασης. Ἄλλά γι' αὐτό τό θέμα ὑπάρχει πλούσια ψυχολογική βιβλιογραφία, κυρίως ἀπό τήν πρωτοποριακή δουλειά τοῦ Ἰνστιτούτου τοῦ Ἀνόβερου. Στά πειράματα, κάποιος πού

1. [Πρόκειται γιά τίς κλασικές ἐναλλαγές gestalt, πού στηρίζονται στή δισημία τῶν σχημάτων:



πού μπορούμε νά τό δοῦμε μέ δύο διαφορετικούς ἰσοδύναμους τρόπους] σ.τ.ἔ.

2. [Πρόκειται γιά πειραματική συσκευή, πού κάνει ὀρατά τά ἴχνη τῶν ἰονισμένων σωματιδίων. Ὁ Kuhn ἀναφέρει ὄχι ἀκριβῶς τό θάλαμο Wilson (cloud chamber) ἀλλά μιά παρόμοια συσκευή (bubble-chamber) μέ τήν ἴδια λειτουργικότητα] σ.τ.ἔ.

φοράει γυαλιά μέ αντιστρεπτικούς φακούς, στην άρχή βλέπει όλον τόν κόσμο ανάποδα. Αρχικά, ό παραστατικός μηχανισμός του λειτουργεί, όπως είχε μάθει νά λειτουργεί χωρίς τά γυαλιά και τό αποτέλεσμα είναι ένας έντονος άποπροσανατολισμός, μιά όξεία προσωπική κρίση. Όμως, όταν αρχίζει νά προσαρμόζεται στό νέο του κόσμο, όλόκληρο τό όπτικό του πεδίο αντιστρέφεται, συνήθως μετά άπό μιά ένδιάμεση περίοδο άπλης όπτικής σύγχυσης. Από κεί και πέρα, τά αντικείμενα φαίνονται πάλι, όπως φαίνονταν πρίν άπό τήν τοποθέτηση τών γυαλιών. Η άφομοίωση ενός διαστρεβλωμένου όπτικού πεδίου επέδρασε στό ίδιο τό πεδίο και τό άλλαξε³. Κυριολεκτικά και μεταφορικά, αυτός πού συνήθισε στους αντιστρεπτικούς φακούς υπέστη έναν επαναστατικό μετασχηματισμό τής όρασης.

Τά άτομα, πού συμμετείχαν στό πείραμα μέ τά αντικανονικά τραπουλόχαρτα του κεφαλαίου V, είχαν τήν εμπειρία ενός παρόμοιου μετασχηματισμού. Μέχρι νά μάθουν, μετά άπό συνεχή έκθεση, ότι τό σύμπαν περιείχε αντικανονικά τραπουλόχαρτα, έβλεπαν μόνο εκείνους τούς τύπους χαρτιών πού τούς είχε προσφέρει ή προγενέστερη εμπειρία τους. Όμως, μόλις ή εμπειρία τούς έδωσε και τίς απαιτούμενες επιπλέον κατηγορίες, ήταν σε θέση νά διακρίνουν όλα τά αντικανονικά χαρτιά μέ τήν πρώτη, άρκεί ή επίδειξη νά διαρκούσε τόσο πού νά επέτρεπε κάποια άναγνώριση. Και άλλα πειράματα επίσης άποδεικνύουν ότι ή αντίληψη του μεγέθους, του χρώματος, κ.ο.κ., αντικειμένων πού έπιδεικνύονται στα πλαίσια κάποιου πειράματος, ποικίλλει άνάλογα μέ τήν προγενέστερη εκπαίδευση και εμπειρία του κάθε υποκειμένου⁴. Η έπισκόπηση τής πλούσιας πειραματικής βιβλιογραφίας, άπ' όπου έχουν επιλεγεί αυτές οι περιπτώσεις, γεννά τήν ύποψία ότι κάτι παρόμοιο μέ Παράδειγμα προϋποτίθεται στην ίδια τή λειτουργία τής αντίληψης. Αυτό πού βλέπει κάποιος εξαρτάται τόσο άπ' αυτό πού παρατηρεί όσο και άπό ό,τι του

3. Τά πρώτα πειράματα ήταν του George M. Stratton, «Vision without Inversion of the Retinal Image», *Psychological Review*, IV (1897), σ. 341-360, 463-481. Μιά πύό ενημερωμένη άνασκόπηση είναι του Harvey A. Carr, *An Introduction to Space Perception* (New York, 1935), σ. 18-57.

4. Για παραδείγματα, δές Albert H. Hastorf, «The Influence of Suggestion on the Relationship between Stimulus Size and Perceived Distance», *Journal of Psychology*, XXIX (1950), σ. 195-217 και Jerome S. Bruner, Leo Postman και John Rodrigues, «Expectations and the Perception of Color», *American Journal of Psychology*, LXIV (1951), σ. 216-227.

έχει μάθει νά βλέπει ή προηγούμενη όπτική-έννοιολογική έμπειρία του. "Αν λείπει αυτή ή εκμάθηση, τότε μένει, σύμφωνα μέ τήν έκφραση του William James, μόνο «μιά έκτυφλωτική σύγχυση».

Τά τελευταία χρόνια, αρκετοί απ' αυτούς πού ασχολούνται μέ τήν ιστορία τών έπιστημών θεώρησαν τά πειράματα, πού περιγράψαμε παραπάνω, ιδιαίτερα γόνιμα. 'Ιδιαίτερα, ό N.R. Hanson χρησιμοποίησε διατάξεις τής ψυχολογίας τών gestalt για νά διευκρινίσει όρισμένες συνέπειες τών έπιστημονικών πεποιθήσεων, παρόμοιες μ' αυτές πού καί εγώ έρευνώ⁵. "Άλλοι συνάδελφοι έχουν επανειλημμένα τονίσει ότι ή ιστορία τών έπιστημών θά άποκτούσε περισσότερο νόημα καί συνοχή, άν μπορούσαμε νά υποθέσουμε ότι οί έπιστήμονες κατά καιρούς ύφίστανται τέτοιες έναλλαγές παραστάσεων. Τά ψυχολογικά πειράματα είναι σίγουρα βοηθητικά, δέν μπορούν, ώστόσο, νά προσφέρουν τίποτα περισσότερο στη διερεύνηση τής ούσίας τών πραγμάτων. 'Αποκαλύπτουν χαρακτηριστικά πού θά μπορούσαν νά έχουν κεντρικό ρόλο στην άνάπτυξη τής έπιστήμης, αλλά δέν άποδεικνύουν ότι ή προσεκτική καί έλεγχόμενη παρατήρηση του έρευνητή προσεγγίζει στο έλάχιστο αυτά τά χαρακτηριστικά. 'Επιπλέον, ή ίδια ή φύση αυτών τών πειραμάτων δέν προσφέρεται καθόλου για μιά τέτοια άπόδειξη. "Αν όμως θέλουμε νά προσδιορίσουμε ιστορικές περιπτώσεις πού δικαιολογούν τήν καταλληλότητα αυτών τών ψυχολογικών πειραμάτων, θά πρέπει πρώτα νά έπιστημάνουμε τί είδος μαρτυρίας μπορούμε ή δέν μπορούμε νά περιμένουμε άπό τήν ιστορία.

Ό ύφιστάμενος ένα πείραμα τύπου gestalt γνωρίζει ότι ή παράστασή του έχει άντιστραφεϊ, γιατί είναι σέ θέση νά τήν κάνει νά άντιστρέφεται όποτε θέλει, κρατώντας στα χέρια του τό ίδιο κομμάτι χαρτί. Γνωρίζοντας ότι τίποτα δέν έχει αλλάξει στο περιβάλλον του, κατευθύνει τήν προσοχή του όχι στο σχήμα (πάπια ή κουνέλι) αλλά στις γραμμές του χαρτιού, όταν τό κοιτάει. Στο τέλος μπορεί ακόμη νά μάθει νά βλέπει εκείνες τίς γραμμές χωρίς νά βλέπει κανένα απ' τά σχήματα, καί τότε μπορεί νά πει (κάτι πού δέ θά μπορούσε νά ισχυριστεί βάσιμα πίο πριν) ότι στην πραγματικότητα βλέπει αυτές τίς γραμμές, αλλά τίς βλέπει έναλλάξ σαν μιά πάπια καί σαν ένα κουνέλι. Παρόμοια, ό ύφιστάμενος τό πείραμα τής άντικανονικής τράπουλας γνωρίζει (για τήν άκρίβεια, έχει πειστεί) ότι ή παράστασή του πρέπει νά

5. N.R. Hanson, *Patterns of Discovery* (Cambridge. 1958), κεφ. i.

ἄλλαξε, γιατί μέ τό κύρος του ὁ ὀργανωτής τοῦ πειράματος τόν βεβαιώνει ὅτι, ἀνεξάρτητα ἀπ' αὐτό πού εἶδε, κοίταζε συνέχεια ἕνα μαῦρο πέντε κούπα. Καί στίς δυό περιπτώσεις, ὅπως σ' ὅλα τά παρόμοια ψυχολογικά πειράματα, ἡ ἀποτελεσματικότητα τῆς ἀπόδειξης ἐξαρτᾶται ἀπ' τή δυνατότητα μιᾶς τέτοιου εἶδους ἀνάλυσης. Μόνο ἂν ὑπῆρχε ἕνα ἐξωτερικό κριτήριο, πού θά μπορούσε νά κρίνει τίς ὀπτικές μεταβολές, θά εἴμασταν σέ θέση νά βγάλουμε ἕνα πόρισμα γιά τίς δυνατότητες ἐναλλακτικῶν παραστάσεων.

Στήν περίπτωση ὅμως τῆς ἐπιστημονικῆς παρατήρησης, τά πράγματα ἀντιστρέφονται. Ὁ ἐπιστήμονας εἶνα ὑποχρεωμένος νά περιοριστεῖ σ' αὐτό πού βλέπει μέ τά μάτια του καί τά ὄργανα πού διαθέτει. Ἄν μπορούσε νά προσφύγει σέ κάποια ἀνώτερη ἀρχή, πού θά καθόριζε ὅτι ἡ ὄρασή του ἀλλοιώθηκε, τότε αὐτή ἡ ἴδια ἡ ἀρχή θά γινόταν ἡ πηγὴ τῶν δεδομένων του καί ἡ λειτουργία τῆς ὄρασῆς του θά γινόταν πηγὴ προβλημάτων (ὅπως ἀκριβῶς, ἡ ὄραση τοῦ ὑποβαλλόμενου σέ κάποιο πείραμα, γιά τόν ψυχολόγο). Τό ἴδιο εἶδος προβλημάτων θά παρουσιαζόταν, ἂν ὁ ἐπιστήμονας εἶχε τή δυνατότητα νά ἀντιστρέφει τίς εἰκόνες του κατά βούληση, ὅπως ὁ ὑποβαλλόμενος σ' ἕνα πείραμα *gestalt*. Ἡ ἱστορική περίοδος, κατά τήν ὁποία τό φῶς ἦταν «ἄλλοτε κύμα καί ἄλλοτε σωματίδιο», ἦταν μιὰ περίοδος κρίσης — μιὰ περίοδος ὅπου κάτι δέν πήγαινε καλά— καί τέλειωσε μόνο μέ τήν ἀνάπτυξη τῆς κυματομηχανικῆς καί τήν ἀναγνώριση ὅτι τό φῶς ἦταν μιὰ αὐθύπαρκτη ὄντοτητα, διαφορετική καί ἀπό τά κύματα καί ἀπό τά σωματίδια. Ἄν, λοιπόν ὄντως, στίς ἐπιστῆμες, οἱ ἐναλλαγές τῶν παραστάσεων συνοδεύουν τίς ἀλλαγές Παραδειγμάτων, δέ θά πρέπει νά περιμένουμε ὅτι οἱ ἐπιστῆμονες τίς ἐπιβεβαιώνουν ἄμεσα. Ἐτσι κοιτώντας τό φεγγάρι, αὐτός πού ἔχει μεταστραφεῖ στόν κοπερνικισμό, δέ θά πει: «Κάποτε ἔβλεπα ἕναν πλανήτη ἐνῶ τώρα βλέπω ἕνα δορυφόρο». Μιὰ παρόμοια δήλωση θά εἶχε τήν ἔννοια ὅτι τό σύστημα τοῦ Πτολεμαίου ἦταν κάποτε σωστό. Ἀντίθετα, θά πει: «Κάποτε θεωροῦσα τό φεγγάρι (ἡ ἔβλεπα τό φεγγάρι σάν) πλανήτη, ἀλλά ἔκανα λάθος». Αὐτοῦ τοῦ εἶδους οἱ δηλώσεις εἶναι συνηθισμένες στήν περίοδο πού ἀκολουθεῖ μιὰ ἐπιστημονική ἐπανάσταση. Δέν ἔχουμε ἄμεση μαρτυρία, ὅμως, πού νά μᾶς πείθει ὅτι οἱ δηλώσεις, κατά κανόνα, κρύβουν μιὰ ἀλλαγὴ ἐπιστημονικῆς ὀπτικῆς ἢ κάποιον ἄλλον διανοητικό μετασχηματισμό μέ τό ἴδιο ἀποτέλεσμα. Θά πρέπει μᾶλλον νά ἀναζητήσουμε ἔμμεσες ἐνδείξεις στή συμπεριφορὰ τοῦ ἐπιστήμο-

να ότι, απ' τή στιγμή πού ασπάζεται τό νέο Παράδειγμα, βλέπει μέ διαφορετικό τρόπο τά πράγματα.

Επομένως, ἄς ξαναγυρίσουμε στά γεγονότα καί ἄς ἀναρωτηθοῦμε τί εἶδους μετασηματισμούς στόν κόσμο τοῦ ἐπιστήμονα μπορεῖ νά ἀνακαλύψει ὁ ἱστορικός, πού πιστεύει σέ παρόμοιες ἀλλαγές. Ἡ ἀνακάλυψη τοῦ πλανήτη Οὐρανοῦ ἀπό τόν Sir William Herschel, μπορεῖ νά θεωρηθεῖ ὅτι ἔχει πολλές ἀναλογίες μέ τό πείραμα τῆς ἀντικανονικῆς τράπουλας. Ἀνάμεσα στό 1690 καί τό 1781, σέ δεκαεφτά διαφορετικές περιπτώσεις τό λιγότερο, πολλοί ἀστρονόμοι, μεταξύ τῶν ὁποίων μερικοί ἀπ' τοὺς πῶ ἐξέχοντες παρατηρητές τῆς Εὐρώπης, εἶδαν ἕνα ἄστρο σέ θέσεις, πού τώρα υποθέτουμε ὅτι πρέπει νά βρισκόταν ὁ Οὐρανός. Ἕνας ἀπ' τοὺς καλύτερους παρατηρητές τῆς ὁμάδας, ἔφτασε μάλιστα νά δεῖ τό ἄστρο κατά τή διάρκεια τεσσάρων διαδοχικῶν νυκτῶν τοῦ 1769, χωρίς ὅμως νά σημειώσει τήν τροχιά πού θά τόν ὀδηγοῦσε σέ κάποια νέα ἀναγνώριση. Ὅταν ὁ Herschel παρατήρησε, δώδεκα χρόνια ἀργότερα, τό ἴδιο ἀντικείμενο γιά πρώτη φορά, χρησιμοποίησε ἕνα πολύ βελτιωμένο τηλεσκόπιο δικῆς του κατασκευῆς. Μ' αὐτό ἦταν σέ θέση νά παρατηρήσει ἕνα φαινομενικό μέγεθος δίσκου πού ἦταν τουλάχιστο ἀσυνήθιστο γιά ἄστρο. Θεώρησε ὅτι κάτι εἶχε πάει στραβά καί προτίμησε νά ἀναβάλλει τήν ἀναγνώριση τοῦ ἀντικειμένου, ὥσπου νά ὀλοκληρώσει τή λεπτομερή παρατήρηση. Προσδιορίστηκε ἡ τροχιά τοῦ Οὐρανοῦ μέσα στά ἄστρα καί ὁ Herschel ἔσπευσε νά ἀνακοινώσει ὅτι εἶδε ἕνα καινούριο κομήτη! Μόνο ὕστερα ἀπό ἀρκετοῦς μῆνες, καί ἀπό ἄκαρπες προσπάθειες νά συμβιβαστεῖ αὐτή ἡ τροχιά μέ τροχιά κομήτη, ὁ Lexell πρότεινε ὅτι εἶναι πιθανό ἡ τροχιά αὐτή νά ἀντιστοιχεῖ σέ πλανήτη⁶. Ὅταν πιά αὐτή ἡ πρόταση ἔγινε ἀποδεκτή, ὁ κόσμος τοῦ ἐπαγγελματία ἀστρονόμου φτώχυνε κατά μερικά ἄστρα καί πλούτισε κατά ἕναν πλανήτη. Ἕνα οὐράνιο σῶμα, πού εἶχε παρατηρηθεῖ ἀρκετές φορές ἐπὶ ἕναν περίπου αἰῶνα, ξαφνικά μετά τό 1781, φάνηκε διαφορετικό, γιατί —ὅπως τό ἀντικανονικό τραπουλόχαρτο— δέν μπορούσε πιά νά συμβιβαστεῖ μέ τίς ἀντιληπτικές κατηγορίες (ἄστρο ἢ κομήτης) τοῦ Παραδείγματος πού ἐπικρατοῦσε μέχρι τότε.

Ἡ ἀλλαγή ὀπτικῆς, πού ἐπέτρεψε στοὺς ἀστρονόμους νά δοῦν τόν Οὐρανό σάν πλανήτη, δέν ἐπέδρασε μόνο στήν παράσταση τοῦ ἤδη ὄρατοῦ αὐτοῦ ἀντικειμένου, ἀλλά εἶχε πολύ εὐρύτερες

6. Peter Doig, *A Concise History of Astronomy* (London, 1950), 115-116.

συνέπειες. Είναι πιθανό, αν και δεν έχει αποδειχτεί, ότι η επιμέρους αυτή αλλαγή, πού έπέβαλε ο Herschel στο Παράδειγμα, διευκόλυνε την ταχεία ανακάλυψη, μετά τό 1801 τών πολυάριθμων δευτερευόντων πλανητών ή αστεροειδών⁷. Λόγω τού μικρού τους μεγέθους, αυτοί δεν παρουσίαζαν τήν ανώμαλη μεγέθυνση πού κίνησε τό ένδιαφέρον τού Herschel. 'Επειδή όμως οί άστρονόμοι ήταν προετοιμασμένοι για τήν πιθανή άνεύρεση και άλλων πλανητών, κατάφεραν, μέ τά συνήθη όργανα, νά αναγνωρίσουν είκοσι άπ' αυτούς στά πρώτα πενήντα χρόνια τού 19ου αιώνα⁸.

'Η ιστορία τής άστρονομίας μäs δίνει πολλές άλλες περιπτώσεις άλλων παραστάσεων τών επιστημόνων, πού όφείλονται σέ αλλαγές Παραδειγμάτων' πολλές μάλιστα είναι ακόμη πιο καθαρές. Μπορεί νά θεωρηθεί τυχαίο τό γεγονός ότι οί Δυτικοί άστρονόμοι παρατήρησαν για πρώτη φορά αλλαγές στό μέχρι τότε άκίνητο στερέωμα, πριν περάσουν 50 χρόνια άπό τήν πρώτη διατύπωση τού νέου κοπερνίκειου Παραδείγματος; Οί Κινέζοι, τών όποιών οί κοσμολογικές πεποιθήσεις δεν απέκλειαν τήν ούράνια μεταβολή είχαν καταγράψει τήν εμφάνιση πολλών νέων άστρον στό στερέωμα, πολύ καιρό πριν. "Όπως επίσης, και μάλιστα χωρίς τή βοήθεια τού τηλεσκοπίου, είχαν συστηματικά περιγράψει τήν εμφάνιση τών ήλιακών κηλίδων, αιώνες πριν τίς δοϋν ό Γαλιλαίος και οί σύγχρονοί του⁹. 'Αλλά, οί ήλιακές κηλίδες και τά νέα άστρα δεν είναι οί μοναδικές περιπτώσεις ούράνιας μεταβολής, πού ήρθαν στό φώς άμέσως μετά τόν Κοπερνικο. Χρησιμοποιώντας παραδοσιακά όργανα, μερικά μάλιστα τόσο πρωτόγονα όσο ένα κομμάτι κλωστής, οί άστρονόμοι τού τέλους τού 16ου αι. ανακάλυψαν ότι κομήτες περιφέρονταν όπως ήθελαν στό χώρο πού προοριζόταν παλαιότερα για τούς σταθερούς πλανήτες και τά άστρα¹⁰. 'Η μεγάλη εύκολία και ταχύτητα, μέ τήν όποία οί άστρονόμοι είδαν καινούρια πράγματα, κοιτώντας μέ παλιά όργανα, παλιά αντικείμενα, μäs κάνει νά τολμούμε νά

7. [Οί δευτερεύοντες πλανήτες ή αστεροειδείς είναι ένα σύμπλεγμα άπό 1500 περίπου ούράνια σώματα, μικρού μεγέθους, πού περιφέρονται γύρω άπό τόν ήλιο σέ τροχιές ανάμεσα στόν "Άρη και τό Δία] σ.τ.έ.

8. Rudolf Wolf, *Geschichte der Astronomie* (Munich, 1877), σ. 513-515, 683-93. Είναι χαρακτηριστικό τό πόσο δύσκολο είναι για τόν Wolf νά εξηγήσει αυτές τίς ανακαλύψεις ως συνέπειες τού νόμου τού Bode.

9. Joseph Needham, *Science and Civilization in China*, III (Cambridge, 1959), σ. 423-29, 434-36.

10. T.S. Kuhn, *The Copernican Revolution* (Cambridge, Mass., 1957), σ. 206-209.

πούμε ότι, μετά τον Κοπέρνικο, οι αστρονόμοι αρχίζουν να ζαύν σ' ένα διαφορετικό κόσμο. Τό σίγουρο πάντως είναι ότι η έρευνητική τους δραστηριότητα μεταβάλλεται, σάν νά είχε πραγματικά αλλάξει ο κόσμος.

Διαλέξαμε ύλικό από την αστρονομία, γιατί οι καταγραφές ουράνιων παρατηρήσεων συνήθως γίνονται σέ ένα λεξιλόγιο πού αποτελείται ως ένα βαθμό από καθαρά παρατηρησιακούς όρους. Μόνο σέ τέτοιες καταγραφές μπορούμε νά στηριχτούμε, αν θέλουμε νά μιλήσουμε γιά έναν πλήρη παραλληλισμό ανάμεσα στίς παρατηρήσεις τών έπιστημόνων και στίς παρατηρήσεις τών ατόμων πού υποβάλλονται σέ ψυχολογικά πειράματα. 'Αλλά δέν είναι υποχρεωτικό νά επιμένουμε σέ έναν τόσο πλήρη παραλληλισμό· είναι προτιμότερο νά χαλαρώσουμε τά κριτήριά μας. "Αν άρκεστούμε στήν καθημερινή χρήση τοῦ ρήματος «βλέπω», θά άναγνωρίσουμε άμέσως ότι έχουμε ήδη συναντήσει πολλές άκόμη περιπτώσεις άλλαγών στίς παραστάσεις τών έπιστημόνων, κατά τήν περίοδο τής Παραδειγματικής άλλαγής. Θά χρειαστεί σέ λίγο νά υπερασπίσω άμεσα τή διευρυμένη χρήση τών όρων «άντίληψη» και «βλέπω»· γιά τήν ώρα όμως θά δείξω τήν εφαρμογή τους στήν πράξη.

"Ας ξαναγυρίσουμε γιά λίγο σέ δύο άπ' τίς προηγούμενες άναφορές μας στήν ιστορία τοῦ ήλεκτρισμοῦ. Κατά τό 17ο αί., όταν η έρευνα στόν τομέα αυτόν καθοριζόταν άπ' τή μία ή τήν άλλη θεωρία έκροής, οι ειδικοί είχαν επανειλημμένα δεί ρινίδια νά άναπηδοῦν ή νά πέφτουν από τά ήλεκτρισμένα σώματα, στά όποια είχαν προσκολληθεῖ. Αυτό τουλάχιστο έλεγαν ότι έβλεπαν οι παρατηρητές τοῦ 17ου αί., και δέν έχουμε κανένα λόγο νά άμφισβητήσουμε τήν άντιληπτική τους ικανότητα. "Ενας σύγχρονος παρατηρητής, πού θά άντιμετώπιζε τήν ίδια διάταξη, θά έβλεπε ήλεκτροστατική άπωση (και όχι μηχανική ή βαρυτική άναπήδηση)· ή ιστορία όμως δείχνει ότι, μέ μία μόνο εξαίρεση πού άγνοήθηκε από όλους, ή ήλεκτροστατική άπωση δέν άναγνωρίστηκε παρά μόνο όταν η συσκευή μεγάλης κλίμακας τοῦ Hauksbee μεγέθυσε κατά πολύ τά άποτελέσματά της. "Η άπωση, μετά από ήλέκτριση έξ επαφής, ήταν ένα μόνο από τά πολλά νέα φαινόμενα άπωσης πού είδε ο Hauksbee. "Οπως σέ μία έναλλαγή gestalt, μέ τίς έρευνες τοῦ Hauksbee, ή άπωση έγινε ξαφνικά ή θεμελιώδης εκδήλωση τής ήλέκτρισης και, κατά συνέπεια, εκείνη πού χρειαζόταν πιά εξήγηση ήταν ή έλξη¹¹. Τά ήλεκτρικά

11. Duane Roller και Duane H.D. Roller, *The Development of the Concept of*

φαινόμενα, πού μπορούσε νά δει ό έρευνητής, στίς άρχές του 18ου αϊ., έγιναν πió ποικίλα καί λιγότερο χοντροειδή άπ' ό,τι στό 17ο αϊ. " Άλλη πάλι περίπτωση: όταν πιά άφομοιώθηκε τό Παράδειγμα του Franklin, οί έρευνητές παρατηρώντας μιά φιάλη Leyden έβλεπαν κάτι διαφορετικό άπ' αυτό πού είχαν δει παλιότερα. ' Η συσκευή είχε γίνει πιά ένας πυκνωτής, όποτε τόσο τό σχήμα τής φιάλης όσο καί τό γυαλί έπαψαν νά έχουν σημασία. ' Αντίθετα, απέκτησαν πρωταρχική σημασία οί δύο άγωγίμες επιστρώσεις —άπό τίς όποιες ή μιά δέν άποτελούσε μέρος τής άρχικής συσκευής. " Όπως επιβεβαιώνουν προοδευτικά οί γραπτές μαρτυρίες καί οί γραφικές άναπαραστάσεις, ένας μονωτής άνάμεσα σέ δύο μεταλλικές πλάκες είχε γίνει τό ύπόδειγμα γιά τή διδασκαλία¹². Ταυτόχρονα, κι άλλα φαινόμενα ήλεκτρικής έπαγωγής περιγράφηκαν μέ διαφορετικό τρόπο, ενώ άλλα έπιστημάνθηκαν γιά πρώτη φορά.

Παρόμοιες αλλαγές δέ συναντώνται μόνο στην άστρονομία καί στον ήλεκτρισμό. " Έχουμε ήδη έπιστημάνει όρισμένους τέτοιους μετασχηματισμούς όπτικής πού βρίσκουμε στην ιστορία τής χημείας. Είπαμε ότι ό Lavoisier είδε όξυγόνο εκεί όπου ό Priestley είχε δει άποφλογισμένο άέρα καί εκεί όπου άλλοι δέν είχαν δει άπολύτως τίποτε. ' Ωστόσο, γιά νά μάθει νά βλέπει τό όξυγόνο, ό Lavoisier χρειάστηκε νά αλλάξει τόν τρόπο πού έβλεπε πολλές άκόμη γνώριμες ουσίες. " Έτσι χρειάστηκε νά δει ένα σύνθετο μέταλλευμα, εκεί όπου ό Priestley καί οί σύγχρονοί του είχαν δει άπλή γή· καί υπήρχαν καί πολλές άκόμη τέτοιες αλλαγές. Τό λιγότερο πού μπορούμε νά πούμε είναι ότι ή ανακάλυψη του όξυγόνου όδήγησε τόν Lavoisier νά δει διαφορετικά τή φύση. Καί άπ' τή στιγμή πού δέν έχουμε τή δυνατότητα νά προσφύγουμε σ' εκείνη τήν ύποθετική σταθερή φύση, πού ό Lavoisier «είδε διαφορετικά», ή άρχή τής οίκονομίας μās ώθει νά πούμε ότι, μετά τήν ανακάλυψη του όξυγόνου, ό Lavoisier δούλεψε μέσα σ' ένα διαφορετικό κόσμο.

Θά έξετάσω σέ λίγο άν έχουμε τήν δυνατότητα νά άποφύγουμε αυτήν τήν παράξενη έκφραση· γιά τήν ώρα, όμως χρειάζεται νά δοϋμε μιά άκόμη παρόμοια περίπτωση, άναφερόμενοι σέ ένα άπ' τά πió γνωστά σημεία του έργου του Γαλιλαίου. ' Από πάρα πο-

Electric Charge (Cambridge, Mass., 1954), σ. 21-29.

12. Δείτε τά σχόλια του κεφ. VII καί τή βιβλιογραφία πού αναφέρει ή ύποσημείωση 9.

λύ παλιά, ὅλοι σχεδόν οἱ ἄνθρωποι εἶχαν δεῖ κάποιο βαρὺ σῶμα νά ταλαντεύεται μπρὸς πίσω κρεμασμένο ἀπὸ ἓνα σχοινὶ ἢ μιὰ ἀλυσίδα, ὥσπου τελικὰ νά σταματήσει. Οἱ ἀριστοτελικοὶ πίστευαν ὅτι ἡ ἴδια ἡ φύση ἑνὸς σώματος εὐθύνεται γιὰ τὴν κίνησή του ἀπὸ ἓνα ψηλότερο σημεῖο πρὸς μιὰ κατάσταση φυσικῆς ἡρεμίας σέ ἓνα κατώτερο σημεῖο· γι' αὐτούς, ἐπομένως, τὸ αἰωρούμενο σῶμα ἀπλῶς ἔπεφτε μέ δυσκολία· Δεσμευμένο ἀπὸ τὴν ἀλυσίδα, θά ἀκινητοποιοῦνταν στό κατώτερο σημεῖο μόνο μετὰ ἀπὸ περίπλοκη κίνηση καὶ σημαντικό χρονικὸ διάστημα. Ἐπ' τὴν ἄλλη μεριά, ὁ Γαλιλαῖος, κοιτώντας ἓνα ταλαντευόμενο σῶμα, εἶδε ἓνα ἐκκρεμές: ἓνα σῶμα πού σχεδόν κατάφερνε νά ἐπαναλαμβάνει τὴν ἴδια κίνηση ξανά καὶ ξανά ἐπ' ἀπειρον. Καὶ ἀπ' τὴ στιγμή πού εἶδε αὐτό, παρατήρησε καὶ ἄλλες ιδιότητες τοῦ ἐκκρεμοῦς καὶ οἰκοδόμησε γύρω ἀπ' αὐτὲς πολλές ἀπ' τίς πῖο σημαντικὲς καὶ πρωτότυπες πλευρὲς τῆς νέας του δυναμικῆς. Ἐπ' τίς ιδιότητες τοῦ ἐκκρεμοῦς, λ.χ., ὁ Γαλιλαῖος ἀντλήσε τὰ μόνα πλήρη καὶ βásiμα ἐπιχειρήματά του γιὰ τὴν ἀνεξαρτησία βάρους καὶ ρυθμοῦ τῆς πώσης ἢ γιὰ τὴ σχέση κατακόρυφου ὕψους καὶ τελικῆς ταχύτητας μετακίνησης σέ κεκλιμένα ἐπίπεδα¹³. Εἶδε ὅλα αὐτὰ τὰ φυσικὰ φαινόμενα διαφορετικὰ ἀπὸ ὅσο τὰ εἶχαν δεῖ στό παρελθόν.

Ποῦ ὀφείλεται αὐτὴ ἡ ἀλλαγὴ ὀπτικῆς; Φυσικὰ στὴν προσωπικὴ ιδιοφυΐα τοῦ Γαλιλαίου. Ἄλλὰ πρέπει νά ἐπισημάνουμε ὅτι ἡ ιδιοφυΐα δέν ἐκδηλώνεται ἐδῶ μέ τὴ μορφή μιᾶς περισσότερο ἀκριβοῦς ἢ ἀντικειμενικῆς παρατήρησης τοῦ αἰωρούμενου σώματος. Ἡ ἀντίστοιχη παράσταση τῶν ἀριστοτελικῶν εἶναι ἐξίσου ἀκριβῆς στὴν περιγραφὴ τῆς. "Ὅταν ὁ Γαλιλαῖος ἀναφέρει ὅτι ἡ περίοδος τοῦ ἐκκρεμοῦς δέν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ πλάτος τῆς ταλάντωσης, γιὰ πλάτη μέχρι 90°, τότε ὁ τρόπος πού βλέπει τὸ ἐκκρεμές τὸν ὀδηγεῖ νά διακρίνει πολὺ περισσότερη κανονικότητα ἀπ' ὅ,τι μπορούμε τώρα νά ἀνακαλύψουμε¹⁴. Αὐτὸ λοιπόν πού φαίνεται ὅτι συνέβη εἶναι ὅτι μιὰ ιδιοφυΐα ἐκμεταλλεύτηκε τίς νέες δυνατότητες ἀντίληψης πού προσέφερε ἡ ἀλλαγὴ ἑνὸς μεσαιωνικοῦ Παραδείγματος. Ὁ Γαλιλαῖος δέ δέχτηκε μιὰ καθαρὰ ἀριστοτελικὴ ἐκπαίδευση. Ἀντίθετα, εἶχε μάθει νά ἀναλύει τίς κινήσεις, μέ βάση τὴ «θεωρία τῆς ὀρμῆς» [impetus theory] — ἓνα μεταγενέστερο μεσαιωνικὸ Παράδειγμα, σύμφωνα

13. Galileo Galilei, *Dialogues concerning Two New Sciences*, μετ. H. Crew καὶ A. de Salvio (Evanston. Ill., 1946), σ. 80-81, 162-166.

14. Ὁ.π., σ. 91-94, 244.

μέ τό όποίο, ή συνεχιζόμενη κίνηση ενός σώματος όφείλεται sé μιά έσωτερική δύναμη πού τοῦ ἔχει έμφυτεύσει αὐτός πού τοῦ ἔδωσε τήν ἀρχική ᾠθηση. Οἱ σχολαστικοί τοῦ 14ου αἰ., Jean Buridan καί Nicole Oresme, πού ἔδωσαν στή θεωρία τῆς ὀρμῆς τήν πῖό ὀλοκληρωμένη τῆς διατύπωση, εἶναι καί οἱ πρῶτοι ἄνθρωποι πού γνωρίζουμε ὅτι εἶδαν στίς ταλαντώσεις κάτι ἀπ' ὅσα εἶδε κι ὁ Γαλιλαῖος. Ὁ Buridan περιγράφει τήν κίνηση μιᾶς παλλόμενης χορδῆς ὡς κίνηση, ὅπου ἔχει έμφυτευτεῖ ὀρμή τῆ στιγμῆ τῆς κρούσεως τῆς χορδῆς· ἡ ὀρμή καταναλώνεται προσπαθώντας νά κινήσει τῆ χορδή ἀντίθετα πρὸς τήν ἀντίσταση τῆς τάσης τῆς· ἡ τάση, τότε, ἐπαναφέρει πίσω τῆ χορδή, έμφυτεύοντας μέ τῆ σειρά τῆς αὐξανόμενη ὀρμή ᾠσπου νά φτάσουμε στό μεσαῖο σημεῖο τῆς ταλάντωσης· στήν συνέχεια ἡ ὀρμή μετατοπίζει τῆ χορδή πρὸς τήν ἄλλη διεύθυνση, πάλι ἀντίθετα πρὸς τήν τάση τῆς καί ἡ ἴδια διαδικασία ἐπαναλαμβάνεται συμμετρικά καί μπορεῖ νά συνεχίζεται ἐπί πολύ. Ἀργότερα, ὁ Oresme ἔδωσε μιά παρόμοια ἀνάλυση γιά τήν κίνηση μιᾶς αἰωρούμενης πέτρας, πού σήμερα θεωρεῖται ὡς ἡ πρώτη συζήτηση πάνω στό ἔκκρεμές¹⁵. Ἐδῶ ἔχουμε μιά σαφή κοινότητα ὀπτικῆς μέ τίς πρῶτες μελέτες τοῦ Γαλιλαίου γιά τό ἔκκρεμές. Τόσο στήν περίπτωση, τουλάχιστο, τοῦ Oresme ὅσο καί σίγουρα στήν περίπτωση τοῦ Γαλιλαίου, ἔχουμε νά κάνουμε μέ μιά ὀπτική πού ἔγινε δυνατή μέ τῆ μετάβαση ἀπό ἕνα Παράδειγμα γιά τήν κίνηση sé ἕνα ἄλλο: ἀπ' τό ἀρχικό ἀριστοτελικό στό σχολαστικό Παράδειγμα τῆς ὀρμῆς. Μέχρι νά ἐπινοηθεῖ τό σχολαστικό Παράδειγμα, γιά τόν ἐπιστήμονα δέν ὑπῆρχαν ἔκκρεμη· ἔβλεπε μόνο αἰωρούμενες πέτρες. Τά ἔκκρεμη ἦρθαν στό φῶς ἀπό κάτι πού μοιάζει πολύ μέ τήν ἐναλλαγή gestalt πού προκαλεῖ ἕνα Παράδειγμα.

Εἶναι ὅμως πραγματικά ἀνάγκη νά περιγράψουμε αὐτό πού χωρίζει τόν Γαλιλαῖο ἀπ' τόν Ἀριστοτέλη ἢ τόν Lavoisier ἀπ' τόν Priestley, ὡς μετασχηματισμό ὀπτικῆς; Οἱ ἄνθρωποι αὐτοί ἔβλεπαν ὄντως διαφορετικά πράγματα, ὅταν κοιτοῦσαν τά ἴδια εἶδη ἀντικειμένων; Ἐχουμε τό δικαίωμα νά λέμε ὅτι ἀσκοῦσαν τήν ἔρευνά τους sé διαφορετικούς κόσμους; Δέν μποροῦμε πιά νά ἀναβάλουμε τήν ἀπάντηση σ' αὐτές τίς ἐρωτήσεις, τῆ στιγμῆ πού εἶναι φανερό ὅτι ὑπάρχει ὁ ἄλλος πολύ πῖό συνηθισμένος τρόπος περιγραφῆς ὄλων αὐτῶν τῶν ἱστορικῶν περιπτώσεων. Πολλοί

15. M. Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages* (Madison, Wis., 1959), σ. 537-38, 570.

ἀναγνώστες σίγουρα θά ὑποστηρίξουν ὅτι αὐτό πού ἀλλάζει μέ τήν ἀλλαγὴ τοῦ Παραδείγματος εἶναι μόνο ἡ ἐπιστημονικὴ ἐρμηνεία τῶν παρατηρήσεων, ἐνῶ οἱ ἴδιες οἱ παρατηρήσεις εἶναι καθορισμένες μιά γιὰ πάντα ἀπ' τὴ φύση τοῦ περιβάλλοντος καὶ τὰ ὄργανα τῆς ἀντίληψης. Σύμφωνα μ' αὐτὴ τὴν ἄποψη, καὶ ὁ Priestley καὶ ὁ Lavoisier εἶδαν τὸ ὄξυγόνο, ἀλλὰ ἐρμήνευσαν διαφορετικὰ τὶς παρατηρήσεις τους· καὶ ὁ Ἀριστοτέλης καὶ ὁ Γαλιλαῖος εἶδαν ἐκκρεμή, ἀλλὰ ἔδωσαν διαφορετικὲς ἐρμηνεῖες σ' αὐτό πού εἶχαν δεῖ.

Θά πρέπει νὰ πῶ ἀμέσως ὅτι αὐτὴ ἡ πολὺ συνηθισμένη ἄποψη γιὰ τὸ τί συμβαίνει ὅταν οἱ ἐπιστήμονες ἀλλάζουν πεποιθήσεις πάνω σέ θεμελιώδη θέματα, δέν μπορεῖ νὰ εἶναι οὔτε ἐντελῶς λανθασμένη οὔτε μιά ἀπλή παρεξήγηση. Στὴν πραγματικότητά, εἶναι οὐσιῶδες στοιχεῖο ἐνός φιλοσοφικοῦ Παραδείγματος πού ξεκίνησε ἀπ' τὸν Descartes καὶ ἀναπτύχθηκε παράλληλα μέ τὴ νευτώνια δυναμικὴ. Τὸ Παράδειγμα αὐτὸ ἐξυπηρέτησε ἰδιαίτερα καὶ τὴν ἐπιστῆμη καὶ τὴ φιλοσοφία· ἡ ἐκμετάλλευσή του, ὅπως τῆς ἴδιας τῆς νευτώνιας δυναμικῆς, ἀποδείχτηκε γόνιμη, γιὰτί μᾶς ὁδήγησε σέ μιά θεμελιώδη κατανόηση, ὅπου δέ θά μπορούσαμε ἴσως νὰ φτάσουμε μ' ἄλλο τρόπο. Ἀλλὰ, ὅπως βλέπουμε πάλι ἀπ' τὴν περίπτωσή τῆς νευτώνιας δυναμικῆς, ἀκόμη καὶ ἡ πιὸ ἐντυπωσιακὴ παλαιότερη ἐπιτυχία δέν μπορεῖ νὰ ἐγγυηθεῖ ὅτι ἡ κρίση θά ἀναβάλλεται ἐπ' ἄπειρον. Στὶς μέρες μας, οἱ ἔρευνες σέ τομεῖς τῆς φιλοσοφίας, τῆς ψυχολογίας, τῆς γλωσσολογίας, ἀλλὰ ἀκόμη καὶ τῆς ἱστορίας τῆς τέχνης συγκλίνουν στό συμπέρασμα ὅτι κάτι δέν πάει καλά στό παραδοσιακὸ αὐτὸ Παράδειγμα. Ἡ ἴδια ἀνικανότητα προσαρμογῆς γίνεται ἰδιαίτερα ἐμφανὴς ἀπὸ τὴν ἱστορικὴ μελέτη τῶν ἐπιστημῶν, ὅπου κατ' ἀνάγκη συγκεντρώνεται ἡ προσοχή μας ἐδῶ.

Γιὰ τὴν ὥρα, κανεὶς ἀπ' τοὺς τομεῖς πού προκαλοῦν τὴν κρίση δέν ἔχει ἀκόμη παράγει μιά βιώσιμη ἐναλλακτικὴ λύση στό παραδοσιακὸ γνωσιολογικὸ Παράδειγμα· ἀρχίζουν ὅμως νὰ ὑποδεικνύουν μερικὰ ἀπ' τὰ βασικὰ χαρακτηριστικὰ της. Ἐχω, λ.χ., πλήρη ἐπίγνωση τῶν δυσκολιῶν πού δημιουργοῦνται, ὅταν λέμε ὅτι στή θέα αἰωρούμενων σωμάτων ὁ μὲν Ἀριστοτέλης ἔβλεπε συγκρατημένη πτώση ὁ δὲ Γαλιλαῖος ἕνα ἐκκρεμές. Ἀκόμη πιὸ σημαντικὲς δυσκολίες παρουσιάζουν οἱ πρῶτες προτάσεις αὐτοῦ τοῦ κεφαλαίου: ἂν καὶ ὁ κόσμος δέν ἀλλάζει μέ τὴν ἀλλαγὴ τοῦ Παραδείγματος, ὁ ἐπιστήμονας, μετὰ τὴν ἀλλαγὴ, ἐργάζεται σ' ἕνα διαφορετικὸ κόσμο. Παρ' ὅλα αὐτὰ εἶμαι

πεπεισμένος ότι πρέπει να μάθουμε να κατανοούμε παρόμοιες προτάσεις.

Δέν είναι δυνατό να αποδώσουμε όσα συμβαίνουν στη διάρκεια μιιάς επιστημονικής επανάστασης σε μιιά επανερμηνεία μεμονωμένων και σταθερών δεδομένων. Πρώτα απ' όλα ή σταθερότητα των δεδομένων δέν είναι σαφής. "Ένα έκκρεμές δέν είναι μιιά πέτρα πού πέφτει ούτε τό δξυγόνο είναι αποφλογισμένος άέρας. Έπομένως, τά δεδομένα πού συλλέγουν οι έπιστήμονες από τά διάφορα αυτά άντικείμενα διαφέρουν, όπως θά δοϋμε λίγο παρακάτω. Άκόμη πιό σημαντικό είναι, ότι ή διαδικασία με τήν όποία τό άτομο ή ή κοινότητα μεταβαίνουν απ' τή συγκρατημένη πώση στο έκκρεμές ή απ' τόν αποφλογισμένο άέρα στο δξυγόνο, δέ μοιάζει καθόλου με διαδικασία έρμηνείας. Πώς θά μπορούσε να μοιάζει, όταν λείπουν μόνιμα δεδομένα για να έρμηνεύσει ό έπιστήμονας; Ό έπιστήμονας πού υίοθετεί ένα νέο Παράδειγμα μοιάζει όχι με έρμηνευτή, αλλά μάλλον με κάποιον πού φόρεσε γυαλιά με άντιστρεπτικούς φακούς. Ένώ άντιμετωπίζει τό ίδιο σύνολο άντικειμένων και ενώ έχει έπίγνωση αυτού του γεγονότος, φτάνει ώστόσο να τά βλέπει έντελώς διαφορετικά σε πολλά σημεία.

Δέν έχω σκοπό να δείξω ότι οι έπιστήμονες δέν έρμηνεύουν οϋσιαστικά παρατηρήσεις και δεδομένα. Άντίθετα μάλιστα, ό Γαλιλαϊός έρμήνευσε παρατηρήσεις πάνω στο έκκρεμές, ό Άριστοτέλης παρατηρήσεις πάνω σε σώματα σε πτώση, ό Musschenbroek έρμήνευσε παρατηρήσεις σε φορτισμένη φιάλη και ό Franklin σε πυκνωτή. "Όμως κάθε μιιά απ' αυτές τίς έρμηνείες προϋπέθετε ένα Παράδειγμα. Άποτελοϋσαν πλευρές τής φυσιολογικής επιστήμης, ενός έγχειρήματος πού, όπως είδαμε, έχει σκοπό να βελτιώσει, να επεκτείνει και να άρθρώσει ένα ήδη ύπάρχον Παράδειγμα. Τό κεφάλαιο III μάς έδωσε πολλές περιπτώσεις, όπου ή έρμηνεία παίζει κύριο ρόλο· αυτές οι περιπτώσεις χαρακτηρίζουν τή συντριπτική πλειοψηφία των έρευνών. Σε καθεμιιά, ό έπιστήμονας, με βάση ένα αποδεκτό Παράδειγμα, γνώριζε εκ των προτέρων τί αποτελοϋσε δεδομένο, ποιιά όργανα θά μπορούσαν να χρησιμοποιηθοϋν για τήν άνίχνευσή του και ποιές έννοιες ήταν κατάλληλες για τήν έρμηνεία του. Άφου δοθεϊ ένα Παράδειγμα, ή έρμηνεία δεδομένων είναι κεντρική λειτουργία για κάθε άπόπειρα χρησιμοποίησής του.

Όστόσο, ή έρμηνευτική διαδικασία μπορεί μόνο να διευκρινίσει ένα Παράδειγμα και όχι να τό διορθώσει (αυτό ήταν τό

νόημα τῆς προτελευταίας παραγράφου). Τά Παραδείγματα δέν ἐπιδέχονται καμία διόρθωση ἀπό τή φυσιολογική ἐπιστήμη. Ἐντίθετα, ὅπως εἶδαμε, ἡ φυσιολογική ἐπιστήμη τελικά ὀδηγεῖ μόνο στήν ἀναγνώριση τῶν ἀνωμαλιῶν καί σέ κρίσεις. Καί αὐτές τερματίζονται ὄχι μέ συζητήσεις καί ἐρμηνεῖς ἀλλά μέ ἕνα σχετικά ἀπότομο συμβάν χωρίς ἐσωτερική δομή, σάν μιὰ ἐναλλαγή *gestalt*. Οἱ ἐπιστήμονες τότε συχνά μιλοῦν γιά «ἕνα ἄνοιγμα τῶν ματιῶν» ἢ γιά «ἐκτυφλωτικό φῶς» πού «πλημμύρισε» ἕνα σκοτεινό ἄνοιγμα καί φώτισε μέ ἕνα τέτοιο νέο τρόπο ὅλες τίς πλευρές του, ὥστε γιά πρώτη φορά ἔγινε δυνατή ἡ λύση του. Ἄλλοτε πάλι, ἡ ἐπιφώτιση ἔρχεται στή διάρκεια τοῦ ὕπνου¹⁶. Καμία συνηθισμένη ἔννοια τοῦ ὄρου «ἐρμηνεία» δέν ἀντιστοιχεῖ σ' αὐτές τίς ἐνορατικές ἐκλάμψεις μέσα ἀπ' τίς ὁποῖες γεννιέται ἕνα νέο Παράδειγμα. Αὐτές οἱ ἐνοράσεις ἐξαρτῶνται βέβαια ἀπό τήν ἐμπειρία πού προσέφερε ἡ ἄσκηση μέ τό παλιό Παράδειγμα —ἐμπειρία σύμφωνη μέ τό Παράδειγμα ἀλλά καί ἐμπειρία ἀνωμαλιῶν· δέν ὑπάρχει ὁμως λογική ἀναγκαιότητα οὔτε τμηματική ἀντιστοιχία στή σύνδεση αὐτῶν τῶν ἐνοράσεων μέ ὀρισμένα στοιχεῖα αὐτῆς τῆς ἐμπειρίας, ὅπως θά συνέβαινε στήν περίπτωση μιᾶς ἐρμηνείας. Ἐντίθετα, θά λέγαμε ὅτι οἱ ἐνοράσεις συγκεντρώνουν ἕνα μεγάλο μέρος αὐτῆς τῆς ἐμπειρίας καί τό μετασχηματίζουν μέ τέτοιο τρόπο, ὥστε νά συνδεθεῖ στή συνέχεια τμηματικά μέ τό νέο Παράδειγμα καί ὄχι μέ τό παλιό.

Γιά νά μάθουμε περισσότερα γι' αὐτές τίς διαφορές στήν ἐμπειρία, ἄς γυρίσουμε γιά λίγο στόν Ἄριστοτέλη, τόν Γαλιλαῖο καί στό ἐκκρεμές. Τί δεδομένα ἄντλησε ὁ καθένας ἀπ' τήν ἀλληλεπίδραση τῶν διαφορετικῶν τους Παραδειγμάτων καί τοῦ κοινοῦ τους περιβάλλοντος; Ὁ ἄριστοτελικός, βλέποντας συγκροτημένη πτώση, θά μέτρησε τό βάρος τῆς πέτρας (ἢ τουλάχιστο θά συζήτησε γιά τό βάρος —ὁ ἄριστοτελικός σπάνια μετροῦσε), τό κατακόρυφο ὕψος στό ὁποῖο εἶχε ἀνυψωθεῖ, καί τό χρόνο πού χρειαζόταν γιά νά σταματήσῃ νά κινεῖται. Ἄν προστεθεῖ καί ἡ ἀντίσταση τοῦ μέσου, αὐτές ἦταν οἱ ἐννοιολογικές κατηγορίες πού χρησιμοποιοῦσε ἡ ἄριστοτελική ἐπιστήμη,

16. [Jacques] Hadamard, *Subconscient intuition, et logique dans la recherche scientifique* (Conférence faite au Palais de la Découverte le 8 Décembre 1945 [Alençon, n.d.], σ. 7-8. Μιά πληρέστερη περιγραφή ἄν καί ἀναφέρεται ἀποκλειστικά σέ μαθηματικές καινοτομίες τοῦ ἴδιου, *The Psychology of Invention in the Mathematical Field* (Princeton, 1949).

όταν εξέταζε ένα σώμα πού έπεφτε¹⁷. 'Η φυσιολογική επιστήμη πού καθοδηγήθηκε άπ' αυτές τίς κατηγορίες δέν μπορούσε νά παραγάγει ποτέ τούς νόμους πού ανακάλυψε ό Γαλιλαϊός. Θά μπορούσε μόνο —καί πραγματικά τό έκανε, άπό κάποιο άλλο δρόμο— νά οδηγήσει σέ μία σειρά κρίσεων, άπ' όπου αναδύθηκε ή όπτική του Γαλιλαίου γιά τό αιώρούμενο σώμα. Αυτές οί κρίσεις καί κάποιες άκόμη διανοητικές άλλαγές όδήγησαν τόν Γαλιλαϊό νά δει τό αιώρούμενο σώμα διαφορετικά. Οί μελέτες του 'Αρχιμήδη πάνω στά επιπλέοντα σώματα έδειξαν ότι ή συμβολή του μέσου είναι έπουσιώδης· ή θεωρία τής όρμης κατέστησε τήν κίνηση συμμετρική καί διαρκή· καί ό Νεοπλατωνισμός κατεύθυνε τήν προσοχή του Γαλιλαίου στην κυκλική μορφή τής κίνησης¹⁸. 'Επομένως κατέληξε νά μετρήσει μόνο τό βάρος, τήν άκτίνα περιφορᾶς, τή γωνιακή μετατόπιση καί τήν περίοδο τής αιώρησης, δηλ. αυτά άκριβῶς τά δεδομένα, πού έρμηνευόμενα όδηγοῦν στούς νόμους του Γαλιλαίου γιά τό έκκρεμές. 'Εδῶ όμως ή έρμηνεία σχεδόν δέ χρειάστηκε. Μέ δεδομένα τά Παραδείγματα του Γαλιλαίου, γινόταν σχετικά εύκολη υπόθεση, γιά τήν άμεση έποπτεία νά διακρίνει κανονικότητες στην κίνηση του έκκρεμοῦς. Πῶς άλλιῶς θά μπορούσαμε νά εξηγήσουμε τήν ανακάλυψη του Γαλιλαίου ότι ή περίοδος του έκκρεμοῦς είναι έντελῶς ανεξάρτητη άπ' τό πλάτος τής αιώρησης;— ανακάλυψη, τήν όποία ή φυσιολογική επιστήμη πού ξεκίνησε άπ' τόν Γαλιλαϊό χρειάστηκε νά εξαλείψει καί γιά τήν όποία σήμερα δέ διαθέτουμε ιστορικές μαρτυρίες. Κανονικότητες, πού ήταν άδιανόητες γιά έναν άριστοτελικό (καί πού ή φύση, άλλωστε οὐδέποτε μᾶς βεβαιώνει γιά τήν ύπαρξή τους) ήταν συνέπειες άμεσης έμπειρίας γιά εκείνον πού είδε τό αιώρούμενο σώμα, ὅπως τό είχε δει ό Γαλιλαϊός.

Ίσως βέβαια αυτή ή περίπτωση νά είναι πολύ τραβηγμένη, άφοῦ οί άριστοτελικοί δέν άφησαν ίχνη συζητήσεων γιά αιώρούμενα σώματα. Σύμφωνα μέ τό δικό τους Παράδειγμα, αυτό ήταν ένα υπερβολικά πολύπλοκο φαινόμενο. 'Όστόσο, οί άριστοτελικοί συζήτησαν τήν άπλούστερη περίπτωση τής πτώσης ενός σώματος χωρίς άσυνήθιστους περιορισμούς, όπου μπορούμε νά διαπιστώσουμε τίς ίδιες άλλαγές όπτικής. Παρατηρώντας

17. T.S. Kuhn «A Function for Thought Experiments», στό *Mélanges Alexandre Koyré*, έκδ. R. Taton καί I.B. Cohen (Paris, 1963).

18. A. Koyré, *Etudes Galiléennes* (Paris, 1939), I, σ. 46-51 καί «Galileo and Plato», *Journal of the History of Ideas*, IV (1943), σ. 400-428.

μιά πέτρα πού πέφτει, ό 'Αριστοτέλης είδε μιά αλλαγή κατάστασης και όχι μιά διαδικασία. Τά χαρακτηριστικά μεγέθη μιās κίνησης ήταν, έπομένως, γι' αυτόν ή συνολική απόσταση πού διανύθηκε και ό συνολικός χρόνος πού πέρασε· παράμετροι, πού χαρακτηρίζουν όχι αυτό πού όνομάζουμε σήμερα ταχύτητα, αλλά τή μέση ταχύτητα¹⁹. Παράλληλα, έπειδή ή πέτρα ήταν αναγκασμένη άπ' τήν ίδια τή φύση της νά καταλήξει στό τελικό σημείο ήρεμίας της, ό 'Αριστοτέλης είδε τή σχετική μέ τήν απόσταση παράμετρο, σέ όποιαδήποτε στιγμή τής κίνησης, ως απόσταση πρός τό τελικό σημείο παρά ως απόσταση από τό σημείο εκκίνησης²⁰. Αυτές οι έννοιολογικές παράμετροι βρίσκονται στή βάση και δίνουν νόημα στους περισσότερους άπ' τούς πασίγνωστους «νόμους κίνησης» του 'Αριστοτέλη. 'Η κριτική των σχολαστικων μετασημάτισε αυτόν τόν τρόπο θεώρησης τής κίνησης προτείνοντας άφενός τό Παράδειγμα τής όρμής και άφετέρου ένα δόγμα πού έμεινε γνωστό ως τό δόγμα τής χαλαρότητας των μορφων. Μιά πέτρα πού κινείται από τήν όρμή κερδίζει όλο και περισσότερο από αυτήν, καθώς απομακρύνεται άπ' τό σημείο εκκίνησης· έπομένως ή κατάλληλη παράμετρος γίνεται ή απόσταση από και όχι ή απόσταση πρός. 'Επιπλέον, ή αριστοτελική έννοια τής ταχύτητας διχοτομείται από τούς σχολαστικούς και λίγο μετά τόν Γαλιλαίο, αντικαθίσταται από τό γνωστό μας ζεύγος μέσης και στιγμιαίας ταχύτητας. "Αν δούμε τώρα τήν πέτρα πού πέφτει μέσα άπ' τό νέο Παράδειγμα στό όποιο ανήκουν οι έννοιες αυτές, τότε, όπως στήν περίπτωση του εκκρεμοϋς, μπορούμε σχεδόν μόνο μέ τήν άμεση έποπτεία νά βρούμε τούς νόμους πού διέπουν τήν έλευθερη πτώση. Πρίν τόν Γαλιλαίο, ύπήρχαν πολλοί πού είχαν ύποδειξει ότι οι πέτρες πέφτουν μέ σταθερά επιταχυνόμενη κίνηση²¹. Και ό ίδιος είχε αναπτύξει τό θεώρημά του στό θέμα αυτό και πολλές άπ' τις συνέπειές του, πρίν πειραματιστεί πάνω στά κεκλιμένα επίπεδα. Τό θεώρημα αυτό ανήκει σ' ένα σύμπλεγμα από νέες κανονικότητες πού γίναν προσιτές στήν ιδιοφυία μέσα σ' έναν κόσμο καθορισμένο άπ' τή φύση αλλά και από τά νέα Παραδείγματα, μέ τά όποια ανατράφηκαν ό Γαλιλαίος και οι σύγχρονοί του. Ζώντας σ' ένα τέτοιο κόσμο, ό Γαλιλαίος θά μπορούσε, αν τό ήθελε,

19. T.S. Kuhn, «A Function for Thought Experiments», στό *Mélanges Alexandre Koyré* (δές ύποσημείωση 17).

20. Koyré, *Études*, II, σ. 7-11 (δές ύποσημείωση 18).

21. Clagett, ό.π., κεφ. iv, vi και ix.

ακόμη και να εξηγήσει γιατί ο Ἄριστοτέλης είχε δει αυτό και όχι κάτι άλλο. Τό ἄμεσο, πάντως, περιεχόμενο τῆς ἐμπειρίας τοῦ Γαλιλαίου, στή θέα σωμάτων πού πέφτουν, δέν ἦταν τό ἴδιο μέ τοῦ Ἄριστοτέλη.

Δέν εἶναι, βέβαια, καθόλου αὐτονόητο ὅτι πρέπει νά μᾶς ἀπασχολεῖ τόσο πολύ ἡ «ἄμεση ἐμπειρία» —δηλαδή τά ἀντιληπτικά χαρακτηριστικά, πού τό Παράδειγμα φωτίζει ἔτσι, ὥστε νά μᾶς φανερώνουν τίς κανονικότητές τους σχεδόν μέ ἀπλή ἐπιθεώρηση. Αὐτά τά χαρακτηριστικά πρέπει φυσικά νά μεταβάλλονται, σύμφωνα μέ τίς δεσμεύσεις τοῦ ἐπιστήμονα σέ Παραδείγματα καί δέν ἔχουν καμιά ἀπολύτως σχέση μέ αὐτό πού συνήθως ἐννοοῦμε, ὅταν μιλοῦμε γιά ἀκατέργαστα δεδομένα τῆς ἐμπειρίας ἀπ' ὅπου ἡ ἐπιστημονική ἔρευνα ὑποτίθεται πώς ξεκινᾶ. Θά ἔπρεπε μᾶλλον νά παραμερίσουμε τήν ἄμεση ἐμπειρία λόγω τῆς ρευστότητάς της καί στή θέση της νά ἐξετάσουμε τίς συγκεκριμένες διεργασίες καί μετρήσεις πού ἐκτελεῖ ὁ ἐπιστήμονας στό ἐργαστήριό του. Ἡ, ἴσως, ἡ ἀνάλυση θά ἔπρεπε νά ἀπομακρυνθεῖ ἀκόμη περισσότερο ἀπ' τό ἄμεσα δεδομένο. Θά μπορούσε π.χ., νά διενεργηθεῖ μέ ὄρους κάποιας οὐδέτερης παρατηρησιακῆς γλώσσας [observation-language], ἡ ὁποία θά μπορούσε ἴσως νά συμμορφώνεται μέ τίς ἀποτυπώσεις τῆς ὀπτικῆς μεμβράνης διαμέσου τῶν ὁποίων βλέπει ὁ ἐπιστήμονας. Μόνο μέ ἕναν ἀπ' αὐτούς τοὺς τρόπους μπορούμε νά ἐλπίζουμε ὅτι θά ἀνακτήσουμε ἐκεῖνο τό βασίλειο ὅπου ἡ ἐμπειρία θά εἶναι πάλι σταθερή καί ἀμετάβλητη —ὅπου τό ἐκκρεμές καί ἡ συγκρατημένη πτώση δέ θά ἀποτελοῦν διαφορετικές παραστάσεις ἀλλά διαφορετικές ἐρμηνεῖες τῶν μονοσήμαντων δεδομένων πού δίδει ἡ παρατήρηση ἑνός αἰωρούμενου σώματος.

Ἄλλά εἶναι ἡ αἰσθητηριακή ἐμπειρία σταθερή καί οὐδέτερη; Εἶναι οἱ θεωρίες ἀπλῶς ἀνθρώπινες ἐρμηνεῖες τῶν δεδομένων; Ἡ γνωσιολογική ὀπτική, πού κατά κανόνα καθοδήγησε τή Δυτική φιλοσοφία γιά τρεῖς αἰῶνες, ἐπιβάλλει ὡς ἀπάντηση ἕνα ἄμεσο καί κατηγορηματικό: Ναι! Τῆ στιγμή πού δέ διαθέτουμε μιᾶ ὀλοκληρωμένη ἐναλλακτική λύση, βρίσκω ὅτι εἶναι ἀδύνατο νά ἐγκαταλειφθεῖ ἐντελῶς αὐτή ἡ ὀπτική. Εἶναι ὅμως γεγονός ὅτι δέ λειτουργεῖ πιά ἀποτελεσματικά καί οἱ ἀπόπειρες πού ἔγιναν γιά νά τήν κάνουν νά λειτουργήσει, μέ τήν εἰσαγωγή μιᾶς οὐδέτερης γλώσσας τῶν παρατηρήσεων, μού φαίνονται καταδικασμένες.

Οἱ διεργασίες καί οἱ μετρήσεις πού ἀναλαμβάνει ὁ ἐπιστήμονας στό ἐργαστήριό δέν εἶναι «τό δεδομένο» τῆς ἐμπειρίας ἀλλά μᾶλλον «τό ἀποκτηθέν μετά δυσκολίας». Δέν εἶναι αὐτό πού

βλέπει ὁ ἐπιστήμονας —τουλάχιστο ὄχι πρὶν προχωρήσει ἢ ἔρευνά του καὶ συγκεντρώσει τὴν προσοχή του σέ κάτι. Περισσότερο μοιάζουν νά εἶναι συγκεκριμένοι δείκτες τοῦ περιεχομένου πιά στοιχειωδῶν παραστάσεων· ἐπιλέγονται ὡς ἀντικείμενα προσεκτικῆς ἐξέτασης ἀπό τή φυσιολογική ἐπιστήμη ἀκριβῶς ἐπειδὴ ὑπόσχονται τή γόνιμη ἐπεξεργασία ἐνός Παραδείγματος πού ἔχει ἐπικρατήσει. Πολύ πιά καθαρά ἀπ' ὅ,τι ἡ ἄμεση ἐμπειρία —ἀπό τὴν ὁποία ἐνμέρει προκύπτουν— οἱ διεργασίες καὶ οἱ μετρήσεις εἶναι καθορισμένες ἀπό κάποιο Παράδειγμα. Ἡ ἐπιστήμη δέν ἀσχολεῖται μέ ὄλους τούς δυνατούς ἐργαστηριακούς χειρισμούς. Ἀντίθετα, ἐπιλέγει ἐκείνους πού εἶναι πιά κατάλληλοι γιὰ τή σύνδεση ἐνός Παραδείγματος μέ τὴν ἄμεση ἐμπειρία —ἐμπειρία, πού, ὡς ἓνα σημεῖο, ἔχει καθοριστεῖ ἀπ' αὐτό τό Παράδειγμα. Τό ἀποτέλεσμα εἶναι ὅτι οἱ ἐπιστήμονες μέ διαφορετικά Παραδείγματα στρέφονται σέ διαφορετικούς συγκεκριμένους ἐργαστηριακούς χειρισμούς. Οἱ μετρήσεις πού πρέπει νά ἐκτελεστοῦν γιὰ τή μελέτη ἐνός ἐκκρεμοῦς δέν εἶναι οἱ κατάλληλες γιὰ τή μελέτη μιᾶς συγκρατημένης πτώσης. Οὔτε οἱ διεργασίες πού ὀδηγοῦν στή διευκρίνιση τῶν ἰδιοτήτων τοῦ ὀξυγόνου εἶναι ἐντελῶς ἴδιες μ' αὐτές πού χρειάζονται γιὰ τή διερεύνηση τῶν χαρακτηριστικῶν τοῦ ἀποφλογομένου ἀέρα.

Ὅσο γιὰ τὴν καθαρὴ παρατηρησιακὴ γλῶσσα, ἴσως κάποτε νά ἐπινοηθεῖ. Ὅμως, τρεῖς αἰῶνες μετὰ τὸν Descartes, οἱ ἐλπίδες μας στηρίζονται ἀκόμη ἀποκλειστικά σέ μιὰ θεωρία τῆς ἀντίληψης καὶ τοῦ νοῦ. Καὶ τὰ πειράματα τῆς σύγχρονης ψυχολογίας γεννοῦν ἓνα πλῆθος φαινόμενα, πού μιὰ τέτοια θεωρία δέν μπορεῖ νά ἀντιμετωπίσει. Τό πείραμα πάπια-κουνέλι δείχνει ὅτι δύο ἄνθρωποι, μέ τίς ἴδιες ὀπτικές ἐντυπώσεις στόν ἀμφιβληστροειδή, μποροῦν νά βλέπουν διαφορετικά πράγματα· οἱ ἀντιστρεπτικοὶ φακοὶ δείχνουν ὅτι δύο ἄνθρωποι μέ διαφορετικὲς ὀπτικὲς ἐντυπώσεις μπορεῖ νά βλέπουν τό ἴδιο πράγμα. Ἡ ψυχολογία παρέχει καὶ πολλές ἄλλες μαρτυρίες πού ὀδηγοῦν στό ἴδιο ἀποτέλεσμα. Οἱ ἀμφιβολίες πού μᾶς γεννᾷ ἐνισχύονται ἀπό τὴν ἴδια τὴν ἱστορία τῶν προσπαθειῶν γιὰ τή δημιουργία μιᾶς πραγματικῆς παρατηρησιακῆς γλῶσσας. Καμιὰ σύγχρονη ἀπόπειρα δέν ἔχει ἀκόμη φτάσει σέ μιὰ γενικά ἐφαρμόσιμη γλῶσσα καθαρῶς αἰσθητηριακῶν ἀντιλήψεων. Καὶ αὐτές πού πλησίασαν περισσότερο ἔχουν ἓνα κοινὸ χαρακτηριστικὸ πού ἐπικυρώνει τίς κυριότερες θέσεις αὐτοῦ τοῦ βιβλίου: ἀπ' τὴν ἀρχὴ προϋποθέτουν ἓνα Παράδειγμα, πού ἀντλεῖται εἴτε ἀπό κάποια τρέχουσα ἐπιστημονικὴ θεωρία εἴτε ἀπό ἓνα τμῆμα τοῦ καθημερινοῦ λόγου, καί, στή συνέχεια,

προσπαθοῦν νά ἀπαλείψουν ἀπ' αὐτό ὅλοιο τούς μή-λογικούς καί τούς μή-ἀντιληπτικούς ὄρους. Σέ μερικές περιοχές τοῦ λόγου, αὐτή ἡ προσπάθεια προχώρησε πολύ καί ἔδωσε συναρπαστικά ἀποτελέσματα. Δέν ὑπάρχει ἀμφιβολία ὅτι ἀξίζει νά γίνονται τέτοιες προσπάθειες. Τό ἀποτέλεσμά τους ὅμως εἶναι μιὰ γλώσσα — πού ὅπως οἱ γλώσσες πού χρησιμοποιοῦνται στίς ἐπιστήμες — ἐνσωματώνει ἕνα ἀριθμό προσδοκιῶν πάνω στή φυσική πραγματικότητα καί ἀδυνατεῖ νά λειτουργήσει, ὅταν αὐτές οἱ προσδοκίες διαψεύδονται. Ὁ Nelson Goodman ἐπισημαίνει αὐτό ἀκριβῶς τό σημεῖο, περιγράφοντας τούς στόχους τοῦ βιβλίου του *The Structure of Appearance*: «Εὐτυχῶς πού δέν πρόκειται γιά τίποτα περισσότερο [ἀπό φαινόμενα πού γνωρίζουμε ὅτι ὄντως ὑπάρχουν]· γιατί ἡ ἔννοια τῶν «δυνατῶν» περιπτώσεων, τῶν περιπτώσεων δηλ. πού δέν ὑπάρχουν ἀλλά πού θά μπορούσαν νά εἶχαν ὑπάρξει, εἶναι μιὰ ἔννοια ἰδιαίτερα σκοτεινή»²². Καμιὰ γλώσσα πού ἔχει μ' αὐτόν τόν τρόπο περιοριστεῖ στήν περιγραφή ἑνός κόσμου, προκαταβολικά γνωστοῦ, δέν εἶναι σέ θέση νά δώσει οὐδέτερες καί ἀντικειμενικές ἀναφορές πάνω «στό δεδομένο». Ἡ φιλοσοφική ἔρευνα δέν ἔχει καταφέρει, ὡς τώρα, νά δώσει οὔτε τήν ἐλάχιστη ἔνδειξη γιά τή μορφή μιᾶς παρόμοιας γλώσσας.

Κάτω ἀπ' αὐτές τίς συνθήκες, μπορούμε τουλάχιστο νά ὑποθέσουμε ὅτι οἱ ἐπιστήμονες ἔχουν δίκαιο, ὅταν, στή θεωρία ἀλλά καί τήν πρακτική τους, χρησιμοποιοῦν τό ὄξυγόνο καί τά ἔκκρεμή (ἴσως καί τά ἄτομα καί τά ἠλεκτρόνια) ὡς θεμελιώδη συστατικά τῆς ἄμεσης ἐμπειρίας τους. Ὁ κόσμος τοῦ ἐπιστήμονα εἶναι τό ἀποτέλεσμα τῆς ἐνσωματωμένης σέ Παραδείγματα πείρας τῆς φυλῆς, τοῦ πολιτισμοῦ καί, τελικά, τοῦ ἐπιστημονικοῦ κλάδου· οἱ κάτοικοι αὐτοῦ τοῦ κόσμου εἶναι οἱ πλανῆτες καί τά ἔκκρεμή, οἱ πυκνωτές καί τά σύνθετα μεταλλεύματα καί ἄλλα παρόμοια σώματα. Ἄν συγκριθοῦν μ' αὐτά τά ἀντικείμενα τῆς ἀντίληψης, τόσο οἱ μετρικές ἐνδείξεις ὅσο καί οἱ ἀποτυπώσεις τοῦ ἀμφιβλη-

22. N. Goodman, *The Structure of Appearance* (Cambridge, Mass., 1951), c. 4-5. Ἀξίζει νά παρατεθεῖ ἔκτενῶς τό σχετικό χωρίο: «Ἄν μόνο ὄσοι κάτοικοι τοῦ Wilmington, τό 1947, πού ζυγίζουν 175 ὡς 180 pounds ἔχουν κόκκινα μαλλιά, τότε οἱ δύο προτάσεις 'ὁ κοκκινομάλης κάτοικος τοῦ Wilmington τό 1947' καί 'ὁ κάτοικος τοῦ Wilmington, τό 1947, μέ βάρος 175 ὡς 180 pounds' μπορούν νά συνδυαστοῦν σ' ἕνα κατασκευαστικό ὄρισμό... Ἡ ἐρώτηση ἂν 'θά μπορούσε νά ὑπάρξει' κάποιος πού νά τοῦ ταιριάζει ἡ μία καί ὄχι ἡ ἄλλη ιδιότητα' δέν ἔχει βάση, καθὼς ἔχουμε προσδιορίσει πῶς δέν ὑπάρχει τέτοιο πρόσωπο. Εὐτυχῶς τίποτε ἄλλο δέν ἀμφισβητεῖται. Γιατί ἡ ἰδέα τῶν 'δυνατῶν' περιπτώσεων, πού δέν ὑπάρχουν ἀλλά πού θά μπορούσαν νά εἶχαν ὑπάρξει ἀπέχει πολύ ἀπό τό νά εἶναι σαφής».

στρωειδοῦς εἶναι σύνθετα κατασκευάσματα, πού ἀποτελοῦν ἄμεσα ἐμπειρικά δεδομένα μόνο ὅταν ὁ ἐπιστήμονας τό ἀποφασίσει, ἔχοντας κάποιο συγκεκριμένο ἐρευνητικό στόχο. Αὐτό δέ σημαίνει ὅτι, λ.χ., τὰ ἐκκρεμή εἶναι τὰ μόνα πράγματα πού μπορεῖ νά δεῖ ὁ ἐπιστήμονας, ὅταν κοιτάζει μιὰ αἰωρούμενη πέτρα (ἔχουμε ἤδη ἐπισημάνει ὅτι μέλη κάποιας ἄλλης ἐπιστημονικῆς κοινότητας θά μπορούσαν νά δοῦν συγκρατημένη πτώση). Ἐκεῖνο ὅμως πού ἔχει σημασία εἶναι ὅτι ὁ ἐπιστήμονας, πού κοιτᾷ μιὰ αἰωρούμενη πέτρα, δέν μπορεῖ κατά κανόνα νά ἔχει ἐμπειρία πíos στοιχειώδη ἀπό τήν ἐμπειρία τῆς θέασης ἑνός ἐκκρεμοῦς. Ἡ ἐναλλακτική λύση δέν εἶναι κάποια ὑποθετική «ἀμετάβλητη» ὀπτική, ἀλλά ἡ ὀπτική μέσα ἀπό ἕνα ἄλλο Παράδειγμα, πού θά ἔκανε τήν αἰωρούμενη πέτρα νά φαίνεται σάν κάτι διαφορετικό.

Ἔτσι αὐτά μπορεῖ νά φανοῦν πíos λογικά ἄν θυμηθοῦμε ὅτι οὔτε οἱ ἐπιστήμονες οὔτε οἱ ἀπλοί ἄνθρωποι μαθαίνουν νά βλέπουν τόν κόσμο ἀποσπασματικά, ἕνα στοιχεῖο μετά τό ἄλλο. Ἄν ἐξαιρεθεῖ ἡ περίπτωση ὅπου ὅλες οἱ ἐννοιολογικές καί λειτουργικές κατηγορίες εἶναι καθορισμένες ἀπ' τήν ἀρχή —π.χ. γιά τήν ἀνακάλυψη κάποιου συμπληρωματικοῦ μετα-οὐρανοῦ χημικοῦ στοιχείου ἢ γιά τήν παρατήρηση ἑνός καινούριου σπιτιοῦ —τόσο οἱ ἐπιστήμονες ὅσο καί οἱ ἀπλοί ἄνθρωποι συλλαμβάνουν ὁλόκληρες περιοχές μέσα στή ροή τῆς ἐμπειρίας. Τό παιδί πού διαδοχικά συνδέει τή λέξη «μαμά» μέ ὄλους τούς ἄνθρώπους, μέ ὅλες τίς γυναῖκες καί μέ τή μητέρα του, δέ μαθαίνει μόνο τί σημαίνει «μαμά» ἢ ποιά εἶναι ἡ μητέρα του. Μαθαίνει ταυτόχρονα κάποιες ἀπ' τίς διαφορές ἀνδρῶν καί γυναικῶν, ὅπως καί κάτι ἀπό τή συμπεριφορά μιᾶς εἰδικῆς γυναίκας ἀπέναντί του. Οἱ ἀντιδράσεις, οἱ προσδοκίες καί οἱ πεποιθήσεις του —πραγματικά, ἕνα μεγάλο μέρος τοῦ κόσμου —ἀλλάζουν ἀνάλογα. Ἄντίστοιχα, ὁ Κοπέρνικος, ὅταν ἀρνήθηκε νά δώσει στόν ἥλιο τόν παραδοσιακό τίτλο «πλανήτης», δέ μάθαινε μόνο τί σημαίνει «πλανήτης» ἢ τί εἶναι ὁ ἥλιος. Ἄντίθετα, αὐτός καί οἱ ὀπαδοί του ἄλλαζαν τήν ἔννοια τοῦ «πλανήτη» ἔτσι ὥστε νά μπορούν νά συνεχίζουν νά κάνουν χρήσιμες διακρίσεις σ' ἕναν κόσμο, ὅπου ὄχι μόνο ὁ ἥλιος, ἀλλά ὅλα τὰ οὐράνια σώματα φαίνονταν διαφορετικά ἀπ' ὅ,τι στό παρελθόν. Ἡ ἴδια παρατήρηση μπορεῖ νά γίνει γιά ὅλες τίς περιπτώσεις πού ἐξετάσαμε. Τό νά δεῖ κανεῖς ὄξυγόνο ἀντί γιά ἀποφλογισμένο ἀέρα, πυκνωτή ἀντί γιά φιάλη Leyden ἢ ἐκκρεμές ἀντί γιά συγκρατημένη πτώση, ἦταν μόνο μιὰ πλευρά τῆς ὁλοκληρωτικῆς ἀλλαγῆς τοῦ τρόπου μέ τόν ὁποῖον ὁ ἐπιστήμονας

έβλεπε ένα μεγάλο αριθμό συνδεόμενων χημικών, ηλεκτρικών ή δυναμικών φαινομένων. Τά Παραδείγματα καθορίζουν ταυτόχρονα έκτεταμένες περιοχές της έμπειρίας.

Όστόσο, μόνο ύστερα από έναν τέτοιο προσδιορισμό της έμπειρίας αρχίζει ή προσπάθεια για να δοθεί ένας διεργασιακός όρισμός [operational definition] ή μιá καθαρή παρατηρησιακή γλώσσα. Ο έπιστήμονας ή ο φιλόσοφος πού εξετάζει ποιές μετρήσεις ή ποιές όπτικές άποτυπώσεις κάνουν ένα έκκρεμές νό είναι αυτό πού είναι, πρέπει ήδη ο ίδιος να είναι σε θέση νό αναγνωρίζει ένα έκκρεμές, όταν τό βλέπει. "Αν είχε δει συγκρατημένη πτώση άντι για έκκρεμές δέ θά ήταν σε θέση ούτε τήν έρώτηση να διατυπώσει. Κι αν πάλι είχε δει ένα έκκρεμές αλλά τό είχε δει όπως θά έβλεπε ένα διαπασόν ή έναν ταλαντευόμενο ζυγό, ή έρώτησή του θά ήταν αδύνατο να άπαντηθεί ή, τουλάχιστο, να άπαντηθεί με τόν ίδιο τρόπο, γιατί δέ θά μπορούσε να είναι ή ίδια έρώτηση. Έπομένως, αν και οι έρωτήσεις για όπτικές άποτυπώσεις ή για τίς συνέπειες όρισμένων έργαστηριακών διεργασιών είναι πάντοτε έγκυρες και πολλές φορές εξαιρετικά γόνιμες, ώστόσο πάντοτε προϋποθέτουν έναν κόσμο πού έχει ήδη κατά κάποιο τρόπο διαρθρωθεί έννοιολογικά και άντιληπτικά. Μέ μιá έννοια, τέτοιες έρωτήσεις άνήκουν στη φυσιολογική έπιστήμη, άφου εξαρτώνται από τήν ύπαρξη κάποιου Παραδείγματος και δέχονται διαφορετικές άπαντήσεις, όταν τό Παράδειγμα αλλάζει.

Γιά να όλοκληρώσουμε αυτό τό κεφάλαιο, ας αφήσουμε από δώ και πέρα τίς όπτικές έντυπώσεις και ας περιοριστούμε πάλι στις έργαστηριακές διεργασίες πού προσφέρουν στον έπιστήμονα κάποιες συγκεκριμένες αλλά και άποσπασματικές ένδείξεις για τό τί έχει ήδη δει. "Έχουμε επανειλημμένα αναφερθεί σε έναν τρόπο ταυτόχρονης άλλαγής Παραδείγματος και έργαστηριακών διεργασιών: μετά από μιá έπιστημονική επανάσταση, πολλές παλιές μετρήσεις και χειρισμοί γίνονται άκατάλληλοι και άντικαθίστανται από άλλους. Δέ θά εφαρμοστούν τά ίδια τέστ στο όξυγόνο και στον άποφλεγόμενο άέρα. "Όμως παρόμοιες άλλαγές δέν είναι ποτέ όλικές. Μετά τήν επανάσταση, ό,τι κι αν βλέπει ο έπιστήμονας, εξακολουθει ώστόσο να παρατηρεί τόν ίδιο κόσμο. Έπιπλέον, τό μεγαλύτερο μέρος της όρολογίας του και τών έργαστηριακών του όργάνων παραμένει τό ίδιο, άκόμη κι αν στον παρελθόν τό χρησιμοποιούσε διαφορετικά. Τό άποτέλεσμα είναι ότι ή μετεπαναστατική έπιστήμη έμπεριέχει πάντοτε πολλούς ίδιους

χειρισμούς, πού έκτελούνται μέ τά ίδια ὄργανα καί περιγράφονται μέ τούς ίδιους ὄρους, ὅπως στήν προεπαναστατική ἐπιστήμη. "Αν αὐτοί οἱ ἐπιζῶντες χειρισμοί ἔχουν ὑποστεί μιᾶ ἀλλαγῆ, αὐτή ἡ ἀλλαγῆ ὀφείλεται εἴτε στή σχέση τους μέ τό Παράδειγμα εἴτε στά συγκεκριμένα ἀποτελέσματα τους. Ἐξετάζοντας τό ἔργο τοῦ Dalton καί τῶν συγχρόνων του, θά ἀνακαλύψουμε ὅτι ἡ ἴδια διεργασία, ὅταν προσαρμόζεται στή φυσική πραγματικότητα μέσα ἀπό διαφορετικά Παραδείγματα, μπορεῖ νά γίνει ἕνας δείκτης ἐντελῶς διαφορετικῶν φυσικῶν φαινομένων. Ἀκόμη θά δοῦμε ὅτι μερικές φορές ὁ παλιός χειρισμός στό νέο του ρόλο δίνει διαφορετικά συγκεκριμένα ἀποτελέσματα.

Κατά τό μεγαλύτερο μέρος τοῦ 19ου αἰ. καί στίς ἀρχές τοῦ 19ου, σχεδόν ὅλοι οἱ Εὐρωπαῖοι χημικοί πίστευαν ὅτι τά στοιχειώδη ἄτομα ἀπ' τά ὁποῖα ἀποτελοῦνται ὅλα τά χημικά εἶδη, συγκρατοῦνται μεταξύ τους ἀπό δυνάμεις ἀμοιβαίας συγγένειας. "Ἐτσι ἕνα κομμάτι ἀργύρου ἦταν συμπαγές ἐξ αἰτίας τῶν δυνάμεων συγγένειας πού ἀσκοῦνται ἀνάμεσα στά σωματίδια τοῦ ἀργύρου. (Μόνο μετά τόν Lavoisier αὐτά τά σωματίδια ἔφτασαν νά θεωροῦνται ὡς ἀποτελούμενα ἀπό ἄλλα ἀκόμη πῖο στοιχειώδη). Σύμφωνα μέ τήν ἴδια θεωρία ὁ ἄργυρος διαλυόταν σέ ὄξυ (ἡ τό ἀλάτι στό νερό), γιατί τά σωματίδια τοῦ ὄξεος ἐξασκοῦσαν μεγαλύτερη ἔλξη στά σωματίδια τοῦ ἀργύρου (ἡ τά σωματίδια τοῦ νεροῦ στά σωματίδια τοῦ ἀλατιοῦ) ἀπ' ὅ,τι τά σωματίδια τοῦ ἀργύρου μεταξύ τους. "Ἡ ἀκόμη, ὁ χαλκός θά διαλυόταν σέ διάλυμα ἀργύρου καί θά προκαλοῦσε καθίζηση ἀργύρου, γιατί ἡ συγγένεια χαλκοῦ-ὄξεος ἦταν μεγαλύτερη ἀπό τή συγγένεια ἀργύρου-ὄξεος. Πάρα πολλά ἄλλα φαινόμενα ἐξηγοῦνταν μέ τόν ἴδιο τρόπο. Τό 18ο αἰ., ἡ θεωρία τῆς ἐκλεκτικῆς συγγένειας ἦταν ἕνα θαυμαστό χημικό Παράδειγμα, μέ ἐκτεταμένες καί συχνά γόνιμες ἐφαρμογές στή σχεδίαση καί τήν ἀνάλυση τῶν χημικῶν πειραμάτων²³.

Ἐποῖτο, ἡ θεωρία τῆς συγγένειας χάραζε τή διαχωριστική γραμμῆ ἀνάμεσα στά φυσικά μίγματα καί στίς χημικές ἐνώσεις μ' ἕνα τρόπο, πού ἔγινε ἀκατάλληλος μετά τήν ἀφομοίωση τοῦ ἔργου τοῦ Dalton. Οἱ χημικοί τοῦ 18ου αἰ. ἀναγνώριζαν δύο εἰδῶν διαδικασίες. "Ὅταν ἡ ἀνάμειξη παρήγαγε θερμότητα, φῶς, ἀναβρασμό ἢ κάτι παρόμοιο, θεωροῦσαν ὅτι εἶχε γίνει κάποια

23. H. Metzger, *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique* (Paris, 1930), σ. 34-68.

χημική ένωση. "Όταν, αντίθετα, τὰ συστατικά τοῦ μίγματος μπορούσαν νά γίνουν ἀντιληπτά μέ τό μάτι ἢ νά διαχωριστοῦν μέ μηχανικά μέσα, τότε θεωροῦνταν φυσικό μίγμα. "Όμως αὐτά τὰ χοντροκομμένα κριτήρια δέν μπορούσαν νά χρησιμοποιηθοῦν σ' ἕνα πολύ μεγάλο ἀριθμό ἐνδιάμεσων περιπτώσεων —ἀλάτι σέ νερό, κράματα, γυαλί, ὀξυγόνο στήν ἀτμόσφαιρα κ.ο.κ. Καθοδηγούμενοι ἀπ' τό Παράδειγμά τους, οἱ περισσότεροι χημικοί θεώρησαν ὅτι ὅλο αὐτό τό ἐνδιάμεσο φάσμα περιλάμβανε χημικά φαινόμενα, ἀφοῦ οἱ συστατικές του διαδικασίες διέπονταν ἀπό δυνάμεις ἴδιου τύπου. Τό ἀλάτι στό νερό ἢ τό ὀξυγόνο στό ἄζωτο μπορούσε νά θεωρηθεῖ ἐξίσου ἀντιπροσωπευτικό δείγμα χημικῆς ἔνωσης ὅσο καί ὁ συνδυασμός πού προέκυπτε ἀπ' τήν ὀξειδωση τοῦ χαλκοῦ. Τά ἐπιχειρήματα πού ὀδηγοῦσαν στή θεώρηση τῶν διαλυμάτων ὡς χημικῶν ἐνώσεων ἦταν πολύ ἰσχυρά. Ἡ ἴδια ἢ θεωρία τῆς συγγένειας ἦταν καλά δοκιμασμένη. Ἐξάλλου, ἡ παρατηρούμενη ὁμοιογένεια ἐνός διαλύματος ἐξηγοῦνταν ἀπό τό σχηματισμό μιᾶς χημικῆς ἔνωσης. "Αν, λ.χ., τό ὀξυγόνο καί τό ἄζωτο ἦταν ἀπλῶς ἀναμειγμένα καί ὄχι ἐνωμένα στήν ἀτμόσφαιρα, τότε θά ἔπρεπε τό βαρύτερο ἀέριο, δηλ. τό ὀξυγόνο, νά καθίσει χαμηλότερα. Ὁ Dalton, πού θεώρησε τήν ἀτμόσφαιρα μίγμα, δέν κατάφερε ποτέ νά ἐξηγήσει ἱκανοποιητικά γιατί τό ὀξυγόνο δέν ἔπεφτε χαμηλότερα. Ἡ ἀφομοίωση τῆς ἀτομικῆς του θεωρίας δημιούργησε τελικά μιᾶ ἀνωμαλία, ἐκεῖ πού δέν ὑπῆρχε καμία παλαιότερα²⁴.

Γεννιέται ὁ πειρασμός σέ κάποιον νά ὑποστηρίξει ὅτι ἡ διαφορά ἀνάμεσα στούς χημικούς πού θεωροῦσαν τὰ διαλύματα χημικές ἐνώσεις καί τούς διαδόχους του ἦταν ἀποκλειστικά μιᾶ διαφορά ὀρισμοῦ. Μέ μιᾶ ἔννοια αὐτό θά μπορούσε νά εἶναι σωστό. Ἀλλά δέν πρόκειται γι' αὐτήν, τήν ἔννοια πού θεωρεῖ τούς ὀρισμούς ἀπλές συμβατικές παραδοχές. Τό 18ο αἰ., δέν ὑπῆρχαν διεργασιακά τέστ [operational tests] πού νά ξεχωρίζουν πλήρως τὰ φυσικά μείγματα ἀπ' τίς χημικές ἐνώσεις καί ἴσως νά ἦταν ἀδύνατο νά ὑπάρξουν. Ἀκόμη καί στήν περίπτωση πού οἱ χημικοί θά ἀναζητοῦσαν τέτοια τέστ, θά εἶχαν ἐπιδιώξει νά θεσπίσουν κριτήρια πού νά κατατάσσουν τὰ διαλύματα στίς χημικές ἐνώσεις. Ἡ διάκριση μίγμα-χημική ἔνωση ἀποτελοῦσε τμήμα τοῦ Παραδείγματός τους— τμήμα τοῦ τρόπου μέ τόν ὁποῖο

24. Ὁ.π., σ. 124-129, 139-48. Γιά τόν Dalton δέξ Leonard K. Nash, *The Atomic-Molecular Theory* («Harvard Case Histories in Experimental Science», Case 4, Cambridge, Mass., 1950), σ. 14-21.

έβλεπαν τό συνολικό πεδίο τῶν ἐρευνῶν τους· ἦταν ἐπομένως προγενέστερη καί ἀνεξάρτητη ἀπό κάθε εἰδικό ἐργαστηριακό τέστ, ὄχι ὅμως ἀπό τή συσσωρευμένη ἐμπειρία τῆς χημείας, ὡς σύνολο.

Ὅμως, ὅσον καιρό ἐπικρατοῦσαν τέτοιες ἀπόψεις γιά τή χημεία, τά χημικά φαινόμενα ὀδηγοῦσαν σέ διαφορετικούς νόμους ἀπ' αὐτούς πού ἀναδύθηκαν μετὰ τήν ἀφομοίωση τοῦ νέου Παραδείγματος τοῦ Dalton. Εἰδικότερα, ὅσον καιρό τά διαλύματα παρέμεναν στήν κατηγορία τῶν χημικῶν ἐνώσεων, κανένα σύνολο χημικῶν πειραμάτων δέ θά μπορούσε νά μᾶς ὀδηγήσει ἀπό μόνο του στό νόμο τῶν σταθερῶν ἀναλογιῶν. Στό τέλος τοῦ 18ου αἰ., ἦταν εὐρέως γνωστό ὅτι, σέ ὀρισμένες χημικές ἐνώσεις, ἡ ἀναλογία βάρους τῶν συστατικῶν τους ἦταν κατά κανόνα σταθερή. Ἐπίσης ὁ Γερμανός χημικός Richter εἶχε ἐπισημάνει ὅτι σέ ὀρισμένες κατηγορίες χημικῶν ἀντιδράσεων, παρουσιάζονται καί ἄλλες κανονικότητες —αὐτές πού, σήμερα πιά, ρυθμίζει ὁ νόμος τῶν χημικῶν ἰσοδυνάμων²⁵. Κανένας ὅμως χημικός δέ χρησιμοποίησε αὐτές τίς κανονικότητες, παρά μόνο σέ πρακτικές συνταγές καί κανένας δέ διανοήθηκε νά τίς γενικεύσει ὡς τό τέλος τοῦ αἰῶνα. Μπροστά στίς καταφανεῖς ἀντενδείξεις, ὅπως τό γυαλί ἢ τό ἀλάτι στό νερό, καμιά γενίκευση δέν ἦταν δυνατή χωρίς νά ἐγκαταλειπτεῖ ταυτόχρονα ἡ θεωρία τῆς συγγένειας καί νά ἀναδιάρθρωθοῦν ἐννοιολογικά τά ὄρια τοῦ πεδίου τῆς χημείας. Αὐτή ἡ συνέπεια ἐγινε ἐκδηλη, στά τέλη ἀκριβῶς τοῦ αἰῶνα, μέ τήν εὐκαιρία τῆς ξακουστῆς διαμάχης τῶν Γάλλων χημικῶν Proust καί Berthollet. Ὁ πρῶτος ὑποστήριζε ὅτι ὅλες οἱ χημικές ἀντιδράσεις πραγματοποιοῦνται κατά σταθερές ἀναλογίες, ἐνῶ ὁ δεύτερος ὅτι δέ συμβαίνει κάτι τέτοιο. Ὁ καθένας στήριζε τήν ἄποψή του σέ ἐντυπωσιακές πειραματικές μαρτυρίες. Ὁ διάλογός τους, ὡστόσο, ἦταν κατ' ἀνάγκη διάλογος κουφῶν καί ἡ διαμάχη δέν κατέληξε πουθενά. Ἐκεῖ ὅπου ὁ Berthollet ἔβλεπε μιά χημική ἐνωση μέ ἀσταθῆ ἀναλογία συστατικῶν, ὁ Proust ἔβλεπε μόνο ἕνα φυσικό μίγμα²⁶. Σ' αὐτό τό πρόβλημα, οὔτε τά πειράματα οὔτε μιά ἀλλαγή στοῦς συμβατικούς ὀρισμούς θά μπορούσαν νά δώσουν τήν κατάλληλη λύση. Οἱ θέσεις τοῦ Proust καί τοῦ Berthollet ἦταν τόσο ἀντιδιαμετρικά ἀντίθετες ὅσο καί στήν περίπτωση τοῦ

25. J.R. Partington, *A Short History of Chemistry* (2η ἐκδ., London, 1951), σ. 161-163.

26. A.N. Meldrum, «The Development of the Atomic Theory: (1) Berthollet's Doctrine of Variable Proportions», *Manchester Memoirs*, LIV (1910), σ. 1-16.

Γαλιλαίου και του 'Αριστοτέλη.

Αυτή η κατάσταση επικρατούσε τον καιρό που ο John Dalton άρχισε τις έρευνες που τον οδήγησαν τελικά στη φημισμένη άτομική του θεωρία. Και όμως, ως τα τελευταία στάδια αυτών των έρευνών, ο Dalton ούτε χημικός μπορούσε να θεωρηθεί ούτε τον ενδιέφερε η χημεία. Ήταν αντίθετα μετεωρολόγος και έρευνούσε τά φυσικά, κατά τη γνώμη του, φαινόμενα της άπορρόφησης των αερίων άπ' τό νερό και του νερού άπ' τήν άτμόσφαιρα. 'Η εκπαίδευσή του σέ μία διαφορετική ειδικότητα και ή προσωπική του εργασία σ' αυτήν τήν ειδικότητα, τον έκαναν νά προσεγγίσει αυτά τά προβλήματα μέ ένα Παράδειγμα διαφορετικό άπ' ό,τι οί σύγχρονοί του χημικοί. Συγκεκριμένα, έβλεπε τό μείγμα των αερίων ή τήν άπορρόφηση ενός αερίου άπ' τό νερό ως μία φυσική διαδικασία, όπου οί δυνάμεις συγγένειας δέν έπαιζαν κανένα ρόλο. 'Η παρατηρούμενη όμοιογένεια των διαλυμάτων ήταν βέβαια και γι' αυτόν ένα πρόβλημα, αλλά ένα πρόβλημα που σκέφτηκε ότι θά μπορούσε νά λύσει, αν προσδιόριζε τά σχετικά μεγέθη και βάρη των διάφορων άτομικών σωματιδίων στα πειραματικά του μίγματα. Για νά προσδιορίσει ακριβώς αυτά τά μεγέθη και τά βάρη ο Dalton στράφηκε τελικά στη χημεία, κάνοντας άπ' τήν άρχή τήν ύπόθεση ότι, στό περιορισμένο φάσμα των αντιδράσεων που θεωρούσε χημικές, τά άτομα μπορούσαν νά συνδυαστούν μόνο ένα πρός ένα ή σύμφωνα μέ κάποιον άλλο άπλό λόγο άκέραιων αριθμών²⁷. Αυτή ή άπλή ύπόθεση του επέτρεψε πράγματι νά προσδιορίσει τά μεγέθη και τά βάρη των στοιχειωδών σωματιδίων, αλλά ταυτόχρονα κατέστησε τό νόμο των σταθερών αναλογιών μία ταυτολογία· για τον Dalton, μία αντίδραση, της οποίας τά συστατικά δέν ένώνονταν κατά σταθερή αναλογία, δέν ήταν ipso facto μία καθαρά χημική αντίδραση. Βλέπουμε λοιπόν ότι ένας νόμος, που κανένα πείραμα δέ θά μπορούσε νά εγκαθιδρύσει πριν άπ' τό έργο του Dalton, γίνεται, μόλις καθιερώνεται άπό τό έργο, μία θεμελιώδης άρχή που δέν μπορεί νά ανατραπεί άπό κανένα σύνολο χημικών μετρήσεων. Τό αποτέλεσμα αυτής της άλλαγής, που είναι ίσως ή πιό όλοκληρωμένη περίπτωση μιάς επιστημονικής επανάστασης είναι ότι οί ίδιοι χημικοί πειραματικοί χειρισμοί αποκτούν μία έντελώς διαφορετική σχέση μέ τις χημικές γενικεύσεις.

27. L.K. Nash, «The Origin of Dalton's Chemical Atomic Theory», *Isis*, XLVII, (1956), σ. 101-116.

Είναι αυτονόητο, ότι τὰ συμπεράσματα τοῦ Dalton συνάντησαν μεγάλη ἀντίδραση ὅταν ἀνακοινώθηκαν. Εἰδικὰ ὁ Berthollet δὲν πείστηκε ποτέ. "Αν ἐξετάσουμε τὴ φύση τοῦ προβλήματος θὰ δοῦμε ὅτι κάτι τέτοιο ἦταν πολὺ φυσικό. Οἱ περισσότεροι ὁμοχημικοί θεώρησαν τὸ νέο Παράδειγμα τοῦ Dalton πειστικό, σὲ ἀντίθεση μὲ τοῦ Proust, γιατί παρουσίαζε πολὺ εὐρύτερες καὶ σημαντικότερες ἐφαρμογές ἀπ' ὅ,τι ἓνα νέο κριτήριο διάκρισης ἑνὸς μείγματος καὶ μιᾶς χημικῆς ἔνωσης. "Αν, λ.χ., τὰ ἄτομα μποροῦσαν νὰ συνδυάζονται χημικά μόνο, σύμφωνα μὲ ἀναλογίες ἀπλῶν ἀκέραιων ἀριθμῶν τότε μιὰ ἐπανεξέταση τῶν γνωστῶν χημικῶν γεγονότων θὰ ἔπρεπε νὰ ἀποκαλύψει περιπτώσεις πολλαπλῶν καὶ σταθερῶν ἀναλογιῶν. "Ετσι, λ.χ., οἱ χημικοί ἔπαψαν νὰ γράφουν ὅτι τὰ δύο ὀξείδια τοῦ ἄνθρακα περιέχουν 56% καὶ 72% ὀξυγόνο σὲ βάρος· ἀντίθετα, ἔγραφαν ὅτι ἓνα βάρος ἄνθρακα μποροῦσε νὰ συνδυαστεῖ εἴτε μὲ 1,3 εἴτε μὲ 2,6 βάρη ὀξυγόνου. "Όταν βέβαια τὰ ἀποτελέσματα τῶν παλιῶν μετρήσεων γράφηκαν μὲ αὐτὸ τὸν τρόπο, ἓνας λόγος 2 πρὸς 1 [2,6/1,3] χτύπησε ἀμέσως στὸ μάτι· καὶ αὐτὸ συνέβη στὴν ἀνάλυση πολλῶν ἀκόμη πασιγνωστῶν χημικῶν ἀντιδράσεων, ἀλλὰ καὶ ὀρισμένων νέων. "Επιπλέον, τὸ Παράδειγμα τοῦ Dalton ἔκανε δυνατὴ τὴν ἀφομοίωση τοῦ ἔργου τοῦ Richter καὶ φανέρωσε τὶς δυνατότητες γενίκευσῆς του. "Ακόμη, ὀδήγησε σὲ νέα πειράματα, ὅπως τὰ πειράματα τοῦ Gay-Lussac γιὰ τὶς σχέσεις τῶν ὀγκῶν, καὶ αὐτὰ μὲ τὴ σειρά τους ἀποκάλυψαν καὶ νέες κανονικότητες, τέτοιες πού οἱ χημικοί κάποτε οὔτε θὰ μποροῦσαν νὰ ὀνειρευτοῦν. Αὐτὸ πού οἱ χημικοί δέχτηκαν ἀπ' τὸν Dalton δὲν ἦταν κάποιοι νέοι πειραματικοὶ νόμοι, ἀλλὰ ἓνας νέος τρόπος ἄσκησης τῆς χημείας (ὁ ἴδιος μιλοῦσε γιὰ «νέο σύστημα χημικῆς φιλοσοφίας»), πού ἀποδειχτηκε τόσο γρήγορα γόνιμος, ὥστε ἐλάχιστοι ἀπ' τοὺς χημικούς στὴ Γαλλία καὶ τὴν Ἀγγλία μπόρεσαν νὰ ἀντισταθοῦν²⁸. Τὸ ἀποτέλεσμα ἦταν ὅτι οἱ χημικοί ἔφτασαν νὰ ζοῦν σ' ἓναν κόσμον ὅπου ἡ συμπεριφορὰ τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων ἦταν πολὺ διαφορετικὴ ἀπ' ὅ,τι στὸ παρελθόν.

Τὸν ἴδιο καιρὸ, συνέβη καὶ μιὰ ἄλλη χαρακτηριστικὴ καὶ πολὺ σημαντικὴ μεταβολή. "Αρχισαν βαθμιαῖα νὰ ἀλλάζουν τὰ ἴδια τὰ ἀριθμητικὰ δεδομένα τῆς χημείας. "Όταν ὁ Dalton ἔψαξε γιὰ πρώτη φορὰ στὰ ἔργα τῶν χημικῶν νὰ βρεῖ δεδομένα πού θὰ

28. A.N. Meldrum, «The Development of the Atomic Theory: (6) The Reception Accorded to the Theory Advocated by Dalton», *Manchester Memoirs*, LV (1911), σ. 1-10.

στήριζαν τή φυσική του θεωρία, βρήκε κάποιες καταγραφές χημικών αντιδράσεων πού ταίριαζαν, αλλά ήταν αδύνατο νά αποφύγει νά βρεί κάποιες άλλες πού δέν ταίριαζαν. Οί μετρήσεις του ίδιου του Proust, λ.χ., στά δύο όξειδια του χαλκού, έδειχναν ότι ή σχετική αναλογία βάρους του όξυγόνου στά δύο όξειδια είναι 1,47 πρὸς 1, αντί 2 πρὸς 1 πού απαιτούσε ή άτομική θεωρία· και ό Proust ήταν άκριβῶς εκείνος πού θά έπιζητούσε νά πετύχει τήν αναλογία του Dalton²⁹, άφου ήταν ένας έξαιρετικός πειραματικός και ή άποψη του για τή σχέση μιγμάτων και χημικών ενώσεων πλησίαζε πολύ στού Dalton. Είναι όμως δύσκολο νά κάνει κανείς τή φύση νά ταιριάζει μέ ένα Παράδειγμα. Νά λοιπόν, γιατί οί γρίφοι τής φυσιολογικής επιστήμης αποτελοῦν προκλήσεις και νά γιατί οί μετρήσεις πού πραγματοποιοῦνται χωρίς ένα Παράδειγμα οδηγοῦν σάνια σέ κάποια συμπεράσματα. Οί χημικοί δέ θά μπορούσαν νά άποδεχτοῦν τή θεωρία του Dalton στηριζόμενοι άποκλειστικά στίς μαρτυρίες, άφου πολλές ήταν άκόμη αντίθετες. Χρειάστηκε λοιπόν, άφου άποδέχτηκαν τή θεωρία, νά βάλουν σέ μιá τάξη τή φύση, μιá διαδικασία πού, στή συγκεκριμένη περίπτωση, χρειάστηκε σχεδόν μιá άκόμη γενιά. "Όταν ολοκληρώθηκε, είχε αλλάξει άκόμη και ή ποσοστιαία σύνθεση τῶν πιό γνωστῶν χημικών ενώσεων. Τά ίδια τά δεδομένα είχαν αλλάξει. Αὐτή είναι ή τελευταία έννοια μέ τήν όποία θά μπορούσαμε νά ποῦμε ότι, μετά τήν επανάσταση, οί επιστήμονες δουλεύουν σ' ένα διαφορετικό κόσμο.

29. Για τόν Proust, δέξ Meldrum, «Berthollet's Doctrine of Variable Proportions», *Manchester Memoirs*, LIV (1910), σ.8. 'Η λεπτομερής ιστορία τῶν βαθμιαίων αλλαγῶν στίς μετρήσεις τῶν χημικῶν συνθέσεων και τῶν ατομικῶν βαρῶν δέν έχει άκόμη γραφεί, αλλά ό Partington, δ.π., δίνει χρήσιμα εισαγωγικά στοιχεία.

XI. Τό άθέατο τῶν έπαναστάσεων

Μᾶς μένει ακόμη νά δοῦμε μέ ποιό τρόπο κλείνουν οί έπιστημονικές έπαναστάσεις. Πρίν, ὠστόσο, ασχοληθοῦμε μ' αὐτό τό θέμα θά χρειαστεῖ νά κάνουμε μιά τελευταία προσπάθεια νά ένισχύσουμε τήν πεποίθηση γιά τήν ὕπαρξη καί τή φύση αὐτῶν τῶν έπαναστάσεων. Μέχρι τώρα, προσπαθήσαμε νά φανερώσουμε τήν ὕπαρξη τῶν έπαναστάσεων παραθέτοντας χαρακτηριστικές περιπτώσεις καί αὐτή ἡ παράθεση μπορεῖ νά συνεχιστεῖ *ad nauseam*. Εἶναι ὁμως γεγονός ὅτι οί περισσότερες ἀπ' αὐτές τίς περιπτώσεις, πού ἐπιλέχθηκαν σκόπιμα, ἀκριβῶς ἐπειδή εἶναι τόσο οἰκείες, ἔχουν θεωρηθεῖ κατά κανόνα ὄχι ὡς έπαναστάσεις ἀλλά ὡς προσθήκες στήν έπιστημονική γνώση. Μιά τέτοια ἄποψη μπορεῖ ἐξίσου καλά νά ὑποστηριχθεῖ καί γιά κάθε ἐπιπρόσθετη περίπτωση καί ἐπομένως μᾶλλον δέν ἔχει νόημα ὁ πολλαπλασιασμός τῶν περιπτώσεων. Πιστεύω ὅτι ὑπάρχουν σοβαροί λόγοι πού ἐξηγοῦν γιατί στήν πράξη οί έπαναστάσεις δέ γίνονται σχεδόν καθόλου ἀντιληπτές. Τόσο οί ἐπιστήμονες ὅσο καί οί ἀπλοί ἄνθρωποι ἀντλοῦν, σέ μεγάλο βαθμό, τήν εἰκόνα τους γιά τή δημιουργική έπιστημονική δραστηριότητα ἀπό μιά ἐπίσημη πηγή πού συστηματικά ἀποκρύβει —ἐνμέρει σκόπιμα— τήν ὕπαρξη καί τή σημασία τῶν έπιστημονικῶν έπαναστάσεων. Μόνο ὅταν ἀναγνωριστεῖ καί διερευνηθεῖ ἡ φύση αὐτῆς τῆς ἐπίσημης πηγῆς, μποροῦμε νά ἐλπίζουμε ὅτι ἡ ἀπαρίθμηση τῶν ιστορικῶν περιπτώσεων θά γίνει ἀποτελεσματική. Ἐπιπλέον, ἡ ἀνάλυση πού θά ἀκολουθήσει —ἄν καί τό σημεῖο αὐτό θά ἀναπτυχτεῖ πλήρως μόνο στό τελευταῖο κεφάλαιο— θά ἀρχίσει νά φανερώνει μιά ἀπό τίς πλευρές τῆς έπιστημονικῆς δουλειᾶς, πού τήν κάνουν νά ξεχωρίζει καθαρά ἀπό κάθε ἄλλη δημιουργική ἀναζήτηση, μέ τήν πιθανή ἐξαίρεση τῆς θεολογίας.

Ἄσταν μιῶ γιά ἐπίσημη πηγή, ἔχω στό νοῦ μου κυρίως τά

ἐπιστημονικά ἐγχειρίδια καὶ ἀκόμη τίς ἐκλαϊκεύσεις καὶ τίς φιλοσοφικές ἐργασίες πού στηρίζονται σ' αὐτά. Καὶ οἱ τρεῖς αὐτές κατηγορίες — ὡς πρόσφατα δὲν ὑπῆρχε καμιά ἄλλη σημαντική πηγή πληροφοριῶν γιὰ τὴν ἐπιστῆμη ἐκτός ἀπὸ τὴν ἴδια τὴν ἐρευνητικὴ πρακτικὴ— ἔχουν κάτι τὸ κοινό. Τὸ ἀντικείμενό τους εἶναι ἕνα ἤδη διαρθρωμένο σῶμα προβλημάτων, δεδομένων καὶ θεωριῶν, συνήθως τὸ συγκεκριμένο σύνολο Παραδειγμάτων, μέ τὸ ὁποῖο δεσμεύεται ἡ ἐπιστημονικὴ κοινότητα ἐκείνη τῆ χρονικῆ περιόδου. Τὰ ἴδια τὰ ἐγχειρίδια προσπαθοῦν νὰ μεταδώσουν τὸ λεξιλόγιο καὶ τὴ σύνταξη μιᾶς σύγχρονης ἐπιστημονικῆς γλώσσας. Οἱ ἐκλαϊκεύσεις προσπαθοῦν νὰ περιγράψουν τίς ἴδιες αὐτές ἐφαρμογές σέ μιὰ γλώσσα πιὸ καθημερινή. Καὶ ἡ φιλοσοφία τῆς ἐπιστῆμης, ἰδίως ἡ ἀγγλοσαξονικὴ, ἀναλύει τὴ λογικὴ δομὴ τοῦ ἴδιου ὀλοκληρωμένου σώματος ἐπιστημονικῆς γνώσης. Βέβαια, μιὰ πληρέστερη προσέγγιση θὰ ἔπρεπε νὰ ἀσχοληθεῖ μέ τίς πραγματικές διαφορές ἀνάμεσα στὰ τρία αὐτά εἶδη· ἐμᾶς ὅμως ἐδῶ μᾶς ἐνδιαφέρουν περισσότερο οἱ ὁμοιότητές τους. Καὶ οἱ τρεῖς καταγράφουν τὴ σταθερὴ *κατάληξη* τῶν ἐπαναστάσεων τοῦ παρελθόντος καί, μ' αὐτόν τὸν τρόπο, ἀποκαλύπτουν τίς βάσεις τῆς τωρινῆς φυσιολογικῆς-ἐπιστημονικῆς παράδοσης. Γιὰ νὰ κάνουν τὴ δουλειά τους δέ χρειάζεται νὰ παραθέσουν τίς αὐθεντικές πληροφορίες γιὰ τὸν τρόπο μέ τὸν ὁποῖο αὐτές οἱ βάσεις ἀναγνωρίστηκαν γιὰ πρώτη φορά καί, στή συνέχεια, υἱοθετήθηκαν ἀπ' ὅλον τὸν κλάδο. Στὴν περίπτωση τῶν ἐγχειριδίων τουλάχιστον, ὑπάρχει μάλιστα καὶ σκοπιμότητα πού ὁδηγεῖ στὴ συστηματικὴ συσκότιση αὐτῶν τῶν θεμάτων.

Στὸ κεφ. II εἶδαμε ὅτι ἡ ἀυξανόμενη ἐμπιστοσύνη σέ ἐπιστημονικά ἐγχειρίδια ἢ σέ κείμενα μέ παρόμοια λειτουργία ἦταν ἕνα σταθερὸ ἐπακόλουθο τῆς ἀνάδυσης ἑνός πρώτου Παραδείγματος σέ κάθε ἐπιστημονικὸ τομέα. Στὸ τελευταῖο κεφάλαιο τοῦ βιβλίου θὰ προσπαθήσουμε νὰ δείξουμε ὅτι ἡ ἐξάρτηση τῆς ὄριμης ἐπιστῆμης ἀπὸ τέτοια κείμενα διαφοροποιεῖ σημαντικὰ τὴν ἀναπτυξιακὴ τῆς δομῆ, σέ σχέση μέ ἄλλους τομεῖς. Πρὸς τὸ παρόν, ἄς θεωρήσουμε ἀπλῶς ὡς δεδομένο ὅτι τόσο οἱ ἀπλοὶ ἄνθρωποι ὅσο καὶ οἱ ἐπιστήμονες ἀντλοῦν, σέ πρωτοφανῆ ἔκταση τὴ γνώση πού ἔχουν γιὰ τὴν ἐπιστῆμη ἀπὸ ἐγχειρίδια καὶ ἀπὸ κάποιες ἄλλες μορφές κειμένων πού προκύπτουν ἀπὸ αὐτά. Ἀφοῦ ὅμως τὰ ἐγχειρίδια εἶναι παιδαγωγικά μέσα γιὰ τὴ διαιώνιση τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστῆμης, πρέπει νὰ ξαναγράφονται ὀλικά ἢ ἐνμέρει κάθε φορά πού ἡ γλώσσα, ἡ δομὴ τῶν προβλημάτων ἢ τὰ

κριτήρια τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης ἀλλάζουν. Μὲ λίγα λόγια, πρέπει νά ξαναγράφονται μέ τήν ὀλοκλήρωση κάθε ἐπιστημονικῆς ἐπανάστασης· τό περιεχόμενό τους ὅμως ἀναπόφευκτα ἀποκρύπτει ὄχι μόνο τό ρόλο ἀλλά καί τήν ἴδια τήν ὕπαρξη τῶν ἐπαναστάσεων πού τά ἔχουν παράγει. Ἡ ἱστορική αἴσθηση τόσο τοῦ ἐρευνητικῆ ὅσο καί τοῦ ἀπλοῦ ἀναγνώστη τῶν ἐγχειριδίων φτάνει μόνο μέχρι τήν κατάληξη τῆς πιά πρόσφατης ἐπανάστασης στό πεδίο —ἐκτός πιά ἂν κάποιος ἔχει προσωπική ἐμπειρία μιᾶς ἐπανάστασης.

Τά ἐγχειρίδια, ἐπομένως, ξεκινοῦν περιορίζοντας τήν ἀντίληψη τοῦ ἐπιστήμονα γιά τήν ἱστορία τοῦ κλάδου του καί, στή συνέχεια, προσπαθοῦν νά ἐπιβάλλουν ἕνα ὑποκατάστατο αὐτοῦ πού ἔχει ἐξαλειφθεῖ. Ἔτσι, περιέχουν μιά ἐλάχιστη γεύση ἱστορίας εἴτε σέ ἕνα εἰσαγωγικό κεφάλαιο εἴτε, πιά συχνά, σέ διάσπαρτες ἀναφορές στούς μεγάλους ἥρωες μιᾶς παλιότερης ἐποχῆς. Μέσα ἀπό αὐτές τίς ἀναφορές τόσο οἱ φοιτητές ὅσο καί οἱ ἐπιστήμονες φτάνουν νά αἰσθάνονται ὅτι συμμετέχουν σέ μιά μακρόχρονη ἱστορική παράδοση. Βέβαια ἡ παράδοση πού προκύπτει ἀπό ἐγχειρίδια, στήν πραγματικότητα, δέν ὑπῆρξε ποτέ. Γιά προφανεῖς ἀλλά καί ἰδιαίτερα λειτουργικούς λόγους, τά ἐπιστημονικά ἐγχειρίδια (καί οἱ περισσότερες ἀπό τίς παλιότερες ἱστορίες τῆς ἐπιστήμης) ἀναφέρονται μόνο σ' αὐτές τίς πλευρές τοῦ ἔργου τῶν παλιότερων ἐπιστημόνων, πού μποροῦν εὐκόλα νά φανοῦν ὡς συμβολές στή διατύπωση καί τήν ἐπίλυση τῶν Παραδειγματικῶν προβλημάτων τοῦ ἐγχειρίδιου. Μὲ τήν κατάλληλη ἐπιλογή καί μέ τήν παραποίηση, οἱ ἐπιστήμονες παλιότερων ἐποχῶν παρουσιάζονται νά ἔχουν ἐργαστεῖ πάνω στό ἴδιο σύνολο σταθερῶν προβλημάτων καί νά ἔχουν συμμορφωθεῖ μέ τό ἴδιο σύνολο σταθερῶν κανόνων, πού ἔφτασαν νά φαίνονται ἐπιστημονικά ἔγκυροι μετά τήν πιά πρόσφατη ἐπανάσταση στή θεωρία καί στή μέθοδο. Δέν ἔχει καμιά σημασία ὅτι τά ἐγχειρίδια καί ἡ ἱστορική παράδοση πού ὑπονοοῦν πρέπει νά ξαναγράφονται ἀπό τήν ἀρχή μετά ἀπό κάθε ἐπιστημονική ἐπανάσταση. Οὔτε πάλι ἔχει σημασία ὅτι, μέ τόν τρόπο πού ξαναγράφονται, ἡ ἐπιστήμη, γιά μιά ἀκόμη φορά, παρουσιάζεται ὡς κατεξοχῆ συσσωρευτική διαδικασία.

Οἱ ἐπιστήμονες δέν εἶναι, βέβαια, ἡ μοναδική ὁμάδα πού τείνει νά δεῖ τό παρελθόν τοῦ πεδίου της νά ἀναπτύσσεται γραμμικά πρὸς τή σημερινή πλεονεκτική θέση. Ὁ πειρασμός πού ἀντιπροσωπεύει τό γράψιμο τῆς ἱστορίας πηγαίνοντας πρὸς τά

πίσω, συναντάται παντού και πάντοτε. Οί επιστήμονες όμως είναι πιο επιρρεπείς σ' αυτόν τον πειρασμό, αφενός γιατί τα πορίσματα της επιστημονικής έρευνας δέν παρουσιάζουν καμιά έκδηλη εξάρτηση από τό ιστορικό πλαίσιο της έρευνας και αφετέρου γιατί, αν εξαιρέσει κανείς τίς περιόδους της κρίσης και της επανάστασης, ή σημερινή θέση του επιστήμονα μοιάζει ιδιαίτερα άσφαλής. Τό μόνο πού θά προσέφερε μιά πιο έπισταμένη ιστορική διερεύνηση του παρόντος και του παρελθόντος της επιστήμης ή μιά μεγαλύτερη ύπευθυνότητα άπέναντι στις ιστορικές λεπτομέρειες είναι ότι θά έδινε ύπερβολικό βάρος στην ανθρώπινη ιδιοσυγκρασία, τά λάθη και τή σύγχυση. Γιατί νά εξάρουμε αυτά ακριβώς τά στοιχεία, πού οί πιο επίμονες και επιτυχημένες προσπάθειες της επιστήμης έκαναν δυνατό τό ξεπέρασμά τους; 'Η ύποτίμηση των ιστορικών γεγονότων είναι βαθιά και μάλλον οργανικά ριζωμένη στην ιδεολογία του συνόλου των επιστημόνων, του ίδιου συνόλου, πού άποδίδει τήν ύψιστη δυνατή άξία σέ εμπειρικά γεγονότα κάποιου άλλου είδους. 'Ο Whitehead συνέλαβε τό άνιστορικό πνεύμα της επιστημονικής κοινότητας, όταν έγραψε: «Μιά επιστήμη πού διστάζει νά ξεχάσει τούς θεμελιωτές της, είναι καταδικασμένη». Δέν είχε όμως έντελώς δίκιο, γιατί οί επιστήμες, όπως και όλοι οί επαγγελματικοί θεσμοί, στην πραγματικότητα χρειάζονται τούς ήρωές τους και διατηρούν τά όνόματά τους. Εύτυχώς όμως, αντί νά ξεχάσουν τά όνόματα των ήρώων, οί επιστήμονες κατάφεραν νά ξεχάσουν ή νά παραποιήσουν τό έργο τους.

Τό άποτέλεσμα είναι μιά γόνιμη τάση νά κάνουμε τήν ιστορία των επιστημών νά μοιάζει εϋθύγραμμη ή συσσωρευτική, μιά τάση πού έπηρεάζει άκόμη και τούς επιστήμονες πού άξιολογούν τήν ίδια τή δική τους παλιότερη έρευνα. "Ετσι, λ.χ., και οί τρεις, άσυμβίβαστες μεταξύ τους, περιγραφές του Dalton για τήν εξέλιξη του δικού του χημικού άτομισμού αφήνουν νά φανεί ότι από τήν άρχή ένδιαφερόταν για εκείνα ακριβώς τά χημικά προβλήματα των αναλογιών ένωσης, πού για τή λύση τους έγινε άργότερα διάσημος. Στην πραγματικότητα, φαίνεται ότι τά προβλήματα αυτά τά συνειδητοποίησε μόνο όταν έφτασε στην επίλυσή τους και μάλιστα, όχι πριν ολοκληρώσει σχεδόν τό δημιουργικό του έργο¹. 'Εκείνο πού παραλείπουν όλοι οί άπολο-

1. L.K. Nash, «The Origins of Dalton's Chemical Atomic Theory», *Isis*, XLVII, (1956), σ. 101-116.

γισμοί του Dalton είναι οι επαναστατικές συνέπειες που είχε η εφαρμογή στη χημεία ορισμένων έννοιων και ερωτημάτων και ως τότε περιορίζονταν στη φυσική και στη μετεωρολογία. Αυτό ήταν που έκανε ακριβώς ο Dalton και το αποτέλεσμα ήταν ένας νέος προσανατολισμός στο πεδίο, που δίδαξε στους χημικούς πώς να θέτουν νέες ερωτήσεις και να άντλουν νέα συμπεράσματα από παλιά δεδομένα.

Η πάλι, ο Newton έγραψε ότι ο Γαλιλαίος είχε ανακαλύψει ότι η σταθερή δύναμη της βαρύτητας προκαλεί μία κίνηση ανάλογη με το τετράγωνο του χρόνου. Στην πραγματικότητα, τό κινηματικό θεώρημα του Γαλιλαίου παίρνει όντως αυτή τη μορφή μόνο όταν ενσωματωθεί στο πλέγμα των δυναμικών έννοιων του ίδιου του Newton. Ο Γαλιλαίος όμως δεν είχε πει τίποτα τέτοιο. Η ανάλυσή του πάνω στα σώματα σε πτώση σπάνια αναφέρεται σε δυνάμεις και ακόμη λιγότερο σε μία ομοίμορφη βαρυτική δύναμη που προκαλεί την πτώση των σωμάτων². Αποδίδοντας στο Γαλιλαίο την απάντηση σε μία ερώτηση, που τά Παραδείγματα του ίδιου του Γαλιλαίου δεν επέτρεπαν να τεθεί, ή έρμηνεία του Newton αποκρύβει τις συνέπειες μιάς μικρής αλλά επαναστατικής αναμόρφωσης τόσο στις ερωτήσεις που έθεταν οι επιστήμονες για την κίνηση όσο και στις απαντήσεις που ένωσαν ικανοί να αποδεχτούν. Αυτή, ωστόσο, ακριβώς ή μορφή αλλαγής στη διατύπωση των ερωτήσεων και των απαντήσεων έξηγει, πολύ πληρέστερα από ό,τι οι νέες εμπειρικές ανακαλύψεις, τη μετάβαση από την άριστοτελική στη γαλιλαϊκή και από τη γαλιλαϊκή στη νευτώνια δυναμική. Με τό να παραποιεί τέτοιες αλλαγές, ή τάση των έγχειριδίων να κάνουν την ανάπτυξη της επιστήμης γραμμική οδηγεί στην απόκρυψη μιάς διαδικασίας, που βρίσκεται στην καρδιά των πιο σημαντικών επεισοδίων της επιστημονικής ανάπτυξης.

Οι προηγούμενες περιπτώσεις αποκαλύπτουν, ή καθεμιά στο πλαίσιο μιάς συγκεκριμένης επανάστασης, τις άφετηριές μιάς ανασυγκρότησης της ιστορίας που, κατά κανόνα, όλοκληρώνεται από τά μετεπαναστατικά επιστημονικά έγχειρίδια. Αυτή όμως ή όλοκλήρωση δεν έξαντλείται άπλως σε μιά πολλαπλότητα

2. Για την παρατήρηση αυτή του Newton, δές Florian Cajori (ed) *Sir Isaac Newton's Mathematical Principles of Natural Philosophy and His System of the World* (Berkeley, Calif., 1946), σ. 21. Τό χωρίο θά έπρεπε να συγκριθεί με τη συζήτηση του ίδιου του Galileo, στο *Dialogues concerning Two New Sciences*, μετ. H. Crew και A. de Salvio (Evanston, Ill., 1946), σ. 154-176.

ιστορικῶν παρερμηνειῶν, ὅπως αὐτές πού ἤδη ἀναφέραμε. Αὐτές οἱ παρερμηνεῖες καταλήγουν νά κάνουν τίς ἐπαναστάσεις ἀθέατες· ἡ διευθέτηση τοῦ ὄρατοῦ ἀκόμη ὑλικοῦ στά ἐπιστημονικά ἐγχειρίδια γίνεται μέ τέτοιο τρόπο, ὥστε νά ὑπονοεῖται μιά διαδικασία, πού, ἂν ὑπῆρχε στήν πραγματικότητα, θά ἀρνοῦνταν τή λειτουργικότητα τῶν ἐπαναστάσεων. Ἐπειδή σκοπεύουν νά μεταδώσουν γρήγορα στό σπουδαστή αὐτά πού ἡ σύγχρονη ἐπιστημονική κοινότητα νομίζει ὅτι ξέρει, ἐξετάζουν τά διάφορα πειράματα, τίς ἔννοιες, τούς νόμους καί τίς θεωρίες τῆς τρέχουσας φυσιολογικῆς ἐπιστήμης ὅσο τό δυνατό περισσότερο ἀπομονωμένα καί διαδοχικά. Παιδαγωγικά, αὐτή ἡ τεχνική παρουσίασης δέν εἶναι ἐπιλήψιμη. Ὅταν ὁμως συνδυαστεῖ μέ τό γενικό ἀνιστορικό κλίμα τῶν ἐπιστημονικῶν κειμένων καί μέ τίς συστηματικές παρερμηνεῖες πού μόλις ἀναφέραμε, φαίνεται νά προκύπτει, ἀναπόφευκτα, μιά ἔντονη αἴσθηση: ἡ ἐπιστήμη ἔχει φτάσει στό σημερινό ἐπίπεδο διά μέσου μιᾶς σειρᾶς ἀτομικῶν ἀνακαλύψεων καί ἐπινοήσεων, πού, ἂν συγκεντρωθοῦν ὅλες μαζί, ἀποτελοῦν τό συνολικό σῶμα τῆς τεχνικῆς γνώσης. Τά ἐγχειρίδια ἀφήνουν νά ἐννοηθεῖ ὅτι, ἀπό τά πρῶτα στάδια τῆς ἐπιστημονικῆς θέσμησης, οἱ ἐρευνητές στράφηκαν πρὸς τούς συγκεκριμένους στόχους πού ἐνσωματώνονται στά σημερινά Παραδείγματα. Ἐνα μετά τό ἄλλο, σέ μιά διαδικασία πού συχνά παραλληλίζεται μέ τήν πρόσθεση τούβλων σέ ἕνα κτίριο, οἱ ἐπιστήμονες συναθροίζουν τά γεγονότα, τούς νόμους, τίς ἔννοιες ἢ τίς θεωρίες στό συνολικό σῶμα πληροφοριῶν πού παρέχει τό σύγχρονο ἐπιστημονικό ἐγχειρίδιο.

Ἡ ἐπιστήμη ὁμως δέν ἀναπτύσσεται μ' αὐτόν τόν τρόπο. Πολλοί ἀπό τούς γρίφους τῆς σύγχρονης φυσιολογικῆς ἐπιστήμης δέ γεννήθηκαν παρά μόνο μετά τήν τελευταία ἐπιστημονική ἐπανάσταση. Ἐλάχιστοι ἀπ' αὐτούς θά μπορούσαν νά ἀνιχνευθοῦν στήν ἱστορική ἀφετηρία αὐτῆς τῆς ἐπιστήμης. Οἱ παλιότερες γενιές στρέφονταν στά δικά τους προβλήματα, μέ τά δικά τους ὄργανα καί τούς δικούς τους κανόνες ἐπίλυσης. Οὔτε πάλι, ἡ ἀλλαγὴ περιορίζεται μόνο στά προβλήματα. Ἀντίθετα, ἔχει ἀλλάξει ὁλόκληρο τό πλέγμα γεγονότων καί θεωριῶν πού τό Παράδειγμα τοῦ ἐγχειρίδιου ἐφαρμόζει στή φύση. Μήπως ἡ σταθερότητα τῆς χημικῆς ἔνωσης, λ.χ., εἶναι ἀπλῶς ἕνα δεδομένο τῆς ἐμπειρίας πού θά μπορούσαν νά εἶχαν ἀνακαλύψει μέ πείραμα οἱ χημικοί, ἀνεξάρτητα ἀπό τόν κόσμον μέσα στόν ὁποῖο ἔζησαν καί πειραματίστηκαν; Ἡ μήπως εἶναι μᾶλλον ἕνα στοιχεῖο —καί

μάλιστα ένα αναμφισβήτητο στοιχείο— σέ μία νέα συναρμολόγηση γεγονότος καί θεωρίας, πού ὁ Dalton ἤρθε νά ἐφαρμόσει στό σύνολο τῶν προηγούμενων χημικῶν ἐμπειριῶν, μετασχηματίζοντας σ' αὐτήν τήν πορεία τήν ἴδια τή χημική ἐμπειρία; Ἡ πάλι, μέ τήν ἴδια Λογική, ἡ σταθερή ἐπιτάχυνση πού προκαλεῖται ἀπό μία σταθερή δύναμη ἀποτελεῖ ἕνα ἀπλό γεγονός, πού οἱ μελετητές τῆς δυναμικῆς σέ κάθε ἐποχή ἀναζητοῦσαν ἢ μήπως μᾶλλον εἶναι ἡ ἀπάντηση σέ μία ἐρώτηση, πού γιά πρώτη φορά τέθηκε μόνο στό πλαίσιο τῆς νευτώνιας θεωρίας, καί πού θά μπορούσε νά ἀπαντηθεῖ ἀπό αὐτή τή θεωρία, ἀκριβῶς ἐπειδή τό σύνολο τῶν διαθέσιμων πληροφοριῶν ἦταν ἤδη ἐπαρκές;

Οἱ ἐρωτήσεις αὐτές συνδέονται μέ τίς διαδοχικές ἀνακαλύψεις γεγονότων, ὅπως παρουσιάζονται στά ἐγχειρίδια. Εἶναι ὅμως προφανές ὅτι ἀφοροῦν καί τόν τρόπο παρουσίασης τῶν θεωριῶν. Οἱ θεωρίες, φυσικά, ὄντως «ταιριάζουν μέ τά γεγονότα» ἀλλά αὐτό γίνεται μέ τό μετασχηματισμό τῶν διαθέσιμων πληροφοριῶν σέ γεγονότα, τά ὁποῖα δέν εἶχαν κόν ὑπάρξει γιά τό προηγούμενο Παράδειγμα. Καί αὐτό βέβαια σημαίνει ὅτι οὔτε οἱ θεωρίες δέν ἐξελίσσονται μία μετά τήν ἄλλη ἀνταποκρινόμενες σέ γεγονότα πού ἦταν πάντοτε παρόντα. Ἀντίθετα, ἀναδύονται ταυτόχρονα μέ τά γεγονότα, στά ὁποῖα ἀνταποκρίνονται, ἀπό ἐπαναστατική ἀναδιάρθρωση τῆς προηγούμενης ἐπιστημονικῆς παράδοσης: Ἡ σχέση ἀνάμεσα στόν ἐπιστήμονα καί τή φύση, μία σχέση πού ὀφείλεται στή γνώση, στά πλαίσια μιᾶς παράδοσης, παύει νά εἶναι πιά ἡ ἴδια.

Μία τελευταία ἀναφορά ἴσως διευκρινίσει τόν ἀντίκτυπο τοῦ τρόπου γραφῆς τῶν ἐγχειριδίων στήν εἰκόνα πού σχηματίζουμε γιά τήν ἐπιστημονική ἀνάπτυξη. Κάθε στοιχειῶδες ἐγχειρίδιο χημείας πρέπει νά διαπραγματεύεται τήν ἔννοια τοῦ χημικοῦ στοιχείου. Σχεδόν πάντοτε, ὅταν εἰσάγεται αὐτή ἡ ἔννοια, ἡ καταγωγή τῆς ἀποδίδεται στό χημικό τοῦ 17ου αἰ. Robert Boyle, στοῦ ὁποίου τό ἔργο *Sceptical Chymist* ὁ προσεκτικός ἀναγνώστης μπορεῖ νά βρεῖ ἕναν ὀρισμό τοῦ «στοιχείου» πού πλησιάζει ἀρκετά σ' αὐτόν πού χρησιμοποιοῦμε σήμερα. Ἡ ἀναφορά στόν Boyle βοηθᾷ τόν ἀρχάριο νά καταλάβει ὅτι ἡ χημεία δέν ξεκινᾷ μέ τίς σουλφαμίδες· ἐπιπλέον, τοῦ δείχνει ὅτι μία ἀπό τίς παραδοσιακές τάσεις τοῦ ἐπιστήμονα εἶναι νά ἐπινοεῖ τέτοιου εἴδους ἔννοιες. Ἄν θεωρηθεῖ ὡς στοιχείο τοῦ παιδαγωγικοῦ ὄπλοστασίου πού μετατρέπει κάποιον φοιτητή σέ ἐπιστήμονα, μία τέτοια ἀναφορά εἶναι ἰδιαίτερα ἐπιτυχημένη. Δέν παύει, πάντως, νά

άποτελεί ακόμη μία περίπτωση ιστορικού λάθους, από αυτά που παραπλανούν τόσο τό φοιτητή όσο και τόν απλό άνθρωπο, όταν προσπαθεί νά κατανοήσει τή φύση τής επιστήμης.

Σύμφωνα μέ τόν Boyle, πού είχε αρκετά δίκιο, ό «όρισμός» του γιά τό στοιχείο δέν ήταν τίποτα άλλο από μία παράφραση μιās παραδοσιακής χημικής έννοιας· ό Boyle τόν χρησιμοποίησε μόνο και μόνο γιά νά δείξει ότι δέν υπάρχει κανενός είδους χημικό στοιχείο· από τήν πλευρά λοιπόν τής ιστορίας ή άναφορά του έγχειρίδιου γιά τή συμβολή του Boyle είναι λανθασμένη³. Αυτό τό λάθος είναι βέβαια κάτι άσήμαντο, όχι όμως περισσότερο από κάθε μορφή παρερμηνείας δεδομένων. Έκείνο όμως πού δέν είναι άσήμαντο και τυχαίο είναι ή έντύπωση πού δημιουργείται γιά τήν επιστήμη, όταν τέτοιου είδους λάθη άρχικά συσσωρεύονται και στή συνέχεια ένσωματώνονται λειτουργικά στήν τεχνική δομή του έγχειρίδιου. Όπως οί έννοιες «χρόνος», «ένέργεια», «δύναμη» ή «σωματίδιο» έτσι και ή έννοια «στοιχείο» είναι από αυτά τά συστατικά ενός έγχειρίδιου πού κατά κανόνα δέν έπινοούνται ούτε άνακαλύπτονται ποτέ. Συγκεκριμένα, ό όρισμός του Boyle μπορεί νά άνιχνευτεί πηγαίνοντας πρós τά πίσω τουλάχιστο στόν Άριστοτέλη και πρós τά εμπρός, μέσω του Lavoisier, στά σύγχρονα κείμενα. Αυτό βέβαια δέ σημαίνει ότι ή επιστήμη κατείχε τή σύγρονη έννοια του στοιχείου από τόν καιρό τής άρχαιότητας. Οί λεκτικοί όρισμοί, όπως αυτός του Boyle, δέν έχουν και πολύ επιστημονικό περιεχόμενο, αν έξεταστούν μεμονωμένα. Δέ διαθέτουν ένα πλήρες έξειδικευμένο νόημα (αν υπάρχουν τέτοια νοήματα) αλλά άποτελούν μάλλον παιδαγωγικά βοηθήματα. Οί επιστημονικές έννοιες στίς όποιες παραπέμπουν άποκτούν πλήρη σημασία μόνο όταν συνδεθούν, στά πλαίσια ενός κειμένου ή κάποιας άλλης συστηματικής παρουσίασης, μέ άλλες επιστημονικές έννοιες, μέ διαχειριστικές διεργασίες και μέ άλλες Παραδειγματικές εφαρμογές. Είναι προφανές ότι έννοιες, όπως ή έννοια του χημικού στοιχείου, σπάγια μπορούν νά έπινοηθούν άνεξάρτητα από κάποιο πλαίσιο. Συνήθως μάλιστα, όταν δοθεί αυτό τό πλαίσιο, δέν άπαιτούν έπινόηση, γιατί είναι ήδη δεδομένες. Τόσο ό Boyle όσο και ό Lavoisier τροποποίησαν σημαντικά τή χημική σημασία του «στοιχείου». Δέν έπινόησαν όμως πρώτοι τήν έννοια αυτή ούτε

3. T.S. Kuhn, «Robert Boyle and Structural Chemistry in the Seventeenth Century», *Isis*, XLIII, 1952, σ. 26-29.

κάν άλλαξαν τη λεκτική φόρμουλα πού χρησιμοποιούνταν ως όρισμός της. Ούτε πάλι, όπως έχουμε δει, χρειάστηκε ο Einstein νά επινοήσει ή νά δώσει ένα νέο σαφή όρισμό στο «χώρο» και τό «χρόνο», προκειμένου νά τούς δώσει νέα σημασία στό πλαίσιο τού έργου του.

Ποιός λοιπόν ήταν ο ιστορικός ρόλος τού Boyle, όσον αφορά τό μέρος εκείνο τού έργου του πού περιλαμβάνει τόν περίφημο «όρισμό»; Ύπηρξε επικεφαλής μιᾶς επιστημονικής επανάστασης, ή όποία, μέ τό νά αλλάζει τή σχέση τών στοιχείων» μέ τούς χειρισμούς και τή θεωρία τῆς χημείας, μετέτρεψε αὐτήν τήν ἔννοια σέ ἕνα ἀρκετά διαφορετικό ἐργαλεῖο ἀπ' ὅ,τι ήταν πρίν, και, στήν πορεία αὐτή, μετασημάτισε και τήν ἴδια τή χημεία και τό σύμπαν τού χημικοῦ⁴. Χρειάστηκαν ἄλλες επαναστάσεις, όπως αὐτή μέ κέντρο τόν Lavoisier, για νά δώσουν στήν ἔννοια τή σύγχρονη της μορφή και λειτουργία. Ὁ Boyle προσφέρεται ως τυπική περίπτωση τόσο για τή διαδικασία πού περιέχεται σέ καθένα ἀπό αὐτά τά στάδια ὅσο και για τό πῶς μετασηματίζεται αὐτή ή διαδικασία, όταν ή ὑπάρχουσα γνώση ἑνσωματώνεται σέ ἕνα ἐγχειρίδιο. Περισσότερο ἀπό κάθε ἄλλη μεμονωμένη πλευρά τῆς ἐπιστήμης, αὐτή ή παιδαγωγική πρακτική καθόρισε τήν εἰκόνα πού σχηματίζουμε για τή φύση τῆς ἐπιστήμης και για τό ρόλο τῆς ἀνακάλυψης και τῆς ἐπινόησης στήν πρόοδο της.

4. Ἡ Marie Boas, στό *Robert Boyle and Seventeenth - Century Chemistry* (Cambridge, 1958) ἀσχολεῖται σέ πολλά σημεία μέ τίς θετικές συνεισφορές τού Boyle στήν ἀνάπτυξη τῆς ἔννοιας τού χημικοῦ στοιχείου.

XII. Ἡ κατάληξη τῶν ἐπαναστάσεων

Τὰ ἐγχειρίδια παράγονται μόνο μετά τό τέλος μιᾶς ἐπιστημονικῆς ἐπανάστασης καί ἀποτελοῦν τίς βάσεις γιά μιᾶ νέα παράδοση φυσιολογικῆς ἐπιστήμης. Ἔχοντας ὅμως στρέψει τήν προσοχή μας στή δομή τῶν ἐγχειριδίων, ἀφήσαμε στήν ἄκρη ἕνα ἐνδιάμεσο στάδιο. Ποιά εἶναι ἡ διαδικασία, μέ τήν ὁποία ἕνα ὑποψήφιο Παράδειγμα ἀντικαθιστᾶ ἕνα παλιότερο; Κάθε νέα ἐρμηνεία τῆς φυσικῆς πραγματικότητας, εἴτε πρόκειται γιά ἀνακάλυψη εἴτε γιά θεωρία ἀρχικά γεννιέται στό μυαλό ἑνός ἢ λίγων ἀτόμων. Πρόκειται γι' αὐτούς πού πρῶτοι μαθαίνουν νά βλέπουν τήν ἐπιστήμη καί τό σύμπαν διαφορετικά· ἡ ἱκανότητά τους νά πραγματοποιοῦν τή μετάβαση διευκολύνεται ἀπό δύο στοιχεῖα, πού δέ χαρακτηρίζουν τήν πλειονότητα τῶν ἄλλων μελῶν τοῦ κλάδου τους. Ἡ προσοχή τους εἶναι πάντοτε ἔντονα συγκεντρωμένη στά προβλήματα πού προκάλεσαν κρίση· καί ἐπιπλέον, εἶναι συνήθως τόσο νέοι στήν ἡλικία ἢ στό πεδίο πού ἐμφανίζει κρίση ὥστε ἡ πρακτική τοῦς ἔχει δεσμεύσει πολύ λιγότερο ἀπ' τοῦς περισσότερους συγχρόνους τους στήν κοσμοθεωρία καί τοῦς κανόνες τοῦ παλιοῦ Παραδείγματος. Μέ ποιό τρόπο θά τά καταφέρουν, τί πρέπει νά κάνουν, γιά νά μεταστρέψουν ὁλόκληρο τόν κλάδο ἢ τήν ἀνάλογη ἐπαγγελματική ὑποομάδα στό δικό τους τρόπο θέασης τῆς ἐπιστήμης καί τοῦ σύμπαντος; Τί ὠθεῖ μιᾶ ομάδα νά ἐγκαταλείψει μιᾶ παράδοση φυσιολογικῆς ἔρευνας γιά χάρη μιᾶς ἄλλης;

Γιά νά καταλάβουμε τήν κρισιμότητα αὐτῶν τῶν ἐρωτημάτων ἀρκεῖ νά θυμηθοῦμε ὅτι ἔχουμε νά κάνουμε μέ τίς μοναδικές ἀναλύσεις, πού ὁ ἱστορικός μπορεῖ νά προσφέρει στίς ἔρευνες τοῦ φιλοσόφου· πάνω στή διαδικασία ἐλέγχου, στήν ἐπαλήθευση [verification] καί τή διάψευση [falsification] τῶν καθιερωμένων ἐπιστημονικῶν θεωριῶν. Ὅσον καιρό ὁ ἐρευνητής δεσμεύεται

στή φυσιολογική ἐπιστήμη, ἀσχολεῖται μέ τήν ἐπίλυση γρίφων καί ὄχι μέ τόν ἔλεγχο τῶν Παραδειγμάτων. Κατά τή διάρκεια μιᾶς συγκεκριμένης ἐπίλυσης γρίφου, μπορεῖ βέβαια νά δοκιμάσει ὀρισμένες ἐναλλακτικές προσεγγίσεις καί νά ἀπορρίψει αὐτές πού δέν καταφέρνουν νά δώσουν τό ἐπιδιωκόμενο ἀποτέλεσμα· καί τότε ὁμως δέν ἐλέγχει τό ἴδιο τό Παράδειγμα. Θά λέγαμε ὅτι μᾶλλον μοιάζει μέ τό σκακιστή πού, ἔχοντας μπροστά του ἕνα συγκεκριμένο πρόβλημα καί τή διάταξη τῆς σκακιέρας στό μυαλό του ἢ στά μάτια του, ἐπιχειρεῖ διάφορες ἐναλλακτικές κινήσεις γιά νά φτάσει σέ μιά λύση. Αὐτές οἱ δοκιμαστικές ἀπόπειρες εἶναι τόσο γιά τό σκακιστή ὅσο καί γιά τόν ἐπιστήμονα δοκιμές τῶν κινήσεων καί ὄχι δοκιμές τῶν κανόνων τοῦ παιχνιδιοῦ. Ἔχουν νόημα ὑπαρξης μόνο μέ τήν προϋπόθεση ὅτι τό ἴδιο τό Παράδειγμα θεωρεῖται δεδομένο. Κατά συνέπεια, ἔλεγχο τοῦ Παραδείγματος ἔχουμε μόνο ὅταν ἡ συνεχῆς ἀποτυχία νά βρεθεῖ μιά λύση σ' ἕνα σημαντικό γρίφο ὀδηγήσει σέ μιά κρίση. Ἄλλά καί τότε ἀκόμη, μποροῦμε νά μιλήσουμε γιά ἔλεγχο μόνο ὅταν ἡ ἐπίγνωση τῆς κρίσης προκαλέσει τή γένεση ἑνός ἐναλλακτικοῦ ὑποψήφιου γιά Παράδειγμα. Στίς ἐπιστήμες, ἡ κατάσταση ἐλέγχου δέν ταυτίζεται ποτέ μέ τήν ἀπλή σύγκριση ἑνός μεμονωμένου Παραδείγματος μέ τή φύση —ὅπως στή διαδικασία ἐπίλυσης γρίφων. Ἄντιθετα, ὁ ἔλεγχος ἀποτελεῖ μιά πλευρά τοῦ ἀνταγωνισμοῦ ἀνάμεσα σέ δύο ἀντίπαλα Παραδείγματα, πού διεκδικοῦν τήν ἀφοσίωση τῆς ἐπιστημονικῆς κοινότητας.

Σέ μιά προσεκτικότερη ἐξέταση, αὐτή ἡ διατύπωση ἀποκαλύπτει ἀπόρροες καί πιθανῶς σημαντικές ἀναλογίες μέ δύο ἀπό τίς πύο διαδεδομένες σύγχρονες φιλοσοφικές θεωρίες γιά τήν ἐπαλήθευση [verification]. Ἐλάχιστοι ἐπιστημολόγοι ἀναζητοῦν ἀκόμη ἀπόλυτα κριτήρια γιά τήν ἐπαλήθευση τῶν ἐπιστημονικῶν θεωριῶν. Ἔχοντας δεχτεῖ ὅτι καμιά θεωρία δέν μπορεῖ ποτέ νά ὑποβληθεῖ σ' ὄλα τά δυνατά κατάλληλα τέστ, δέ ρωτοῦν πιά ἄν μιά θεωρία ἔχει ἐπαληθευτεῖ ἀλλά ἐξετάζουν μᾶλλον τήν πιθανότητά της στό φῶς τῶν διαθέσιμων ἐνδείξεων. Προσπαθώντας νά δώσει μιά ἀπάντηση σ' αὐτό τό πρόβλημα, μιά σημαντική φιλοσοφική σχολή ὀδηγήθηκε στή σύγκριση τῆς ἰκανότητας διαφόρων θεωριῶν νά ἐξηγοῦν τίς διαθέσιμες ἐνδείξεις. Αὐτή ἡ ἐπιμονή στή σύγκριση τῶν θεωριῶν χαρακτηρίζει ἀκόμη τήν ἱστορική συγκυρία, στή διάρκεια τῆς ὁποίας μιά νέα θεωρία γίνεται ἀποδεκτή. Εἶναι πολύ πιθανό ὅτι δείχνει μιά ἀπ' τίς κατευθύνσεις πού θά ἔπρεπε νά ἀκολουθήσει ἡ μελλοντική

συζήτηση για την επαλήθευση.

Στή μορφή, ωστόσο, πού παίρνουν συνήθως οι πιθανολογικές θεωρίες της επαλήθευσης καταφεύγουν όλες σέ κάποια από τις καθαρές ή ουδέτερες παρατηρησιακές γλωσσες, πού εξετάσαμε στό κεφ. X. Μιά πιθανολογική θεωρία ζητά νά συγκρίνουμε τή δεδομένη επιστημονική θεωρία μέ όλες τις άλλες δυνατές θεωρίες, πού θά μπορούσαμε νά φανταστούμε ότι αντιστοιχοῦν στήν ἴδια συλλογή παρατηρησιακῶν δεδομένων. Μιά ἄλλη ἀπαιτεῖ τή σύλληψη στή φαντασία μας ὄλων τῶν τέστ πού ἡ δεδομένη επιστημονική θεωρία θά μπορούσε νά ὑποστεῖ¹. Εἶναι προφανές ὅτι μιᾶ τέτοια σύλληψη εἶναι ἀναγκαία γιά τόν ὑπολογισμό τῆς εἰδικῆς πιθανότητας, ἀπόλυτης ἢ σχετικῆς, δύσκολα ὅμως, μπορούμε νά φανταστούμε πῶς μπορεῖ νά πραγματοποιηθεῖ. Ἀπό τή στιγμή πού, ὅπως ὑποστήριξα, δέν εἶναι δυνατό νά ὑπάρξει κανένα επιστημονικά ἢ ἐμπειρικά οὐδέτερο γλωσσικό ἢ ἐννοιολογικό σύστημα, ἔπεται ὅτι ἡ προτεινόμενη σύλληψη ἐναλλακτικῶν τέστ καί θεωριῶν πρέπει νά ἐνταχθεῖ μέσα σέ κάποια παράδοση στηριγμένη σέ Παράδειγμα. Ἄν περιοριστεῖ ὅμως σ' αὐτά τά πλαίσια δέν μπορεῖ πιά νά ἀναφέρεται σ' ὄλες τις δυνατές ἐμπειρίες ἢ σ' ὄλες τις δυνατές θεωρίες. Τό ἀποτέλεσμα εἶναι ὅτι οἱ πιθανολογικές θεωρίες ὅσο διαφωτίζουν τήν περίπτωση τῆς επαλήθευσης ἄλλο τόσο τή διαστρεβλώνουν. Εἶναι σίγουρο ὅτι ἔχουν δίκαιο ὅταν ὑποστηρίζουν ὅτι ἡ επαλήθευση ἐξαρτᾶται ἀπό τή σύγκριση τῶν θεωριῶν καί τήν πληθώρα τῶν ἐμπειρικῶν ἐνδείξεων· πρόκειται ὅμως πάντοτε γιά θεωρίες καί παρατηρήσεις πού εἶναι στενά συνδεμένες μέ τις ἤδη ὑπάρχουσες. Ἡ επαλήθευση εἶναι ὅπως ἡ φυσική ἐπιλογή: ἐπιλέγει τήν πιό βιώσιμη ἀπό τις ὑπάρχουσες ἐναλλακτικές λύσεις σέ ἕνα συγκεκριμένο ἱστορικό πλαίσιο. Τό ὄν, τώρα, ἡ ἐκλογή αὐτή εἶναι ἡ καλύτερη πού θά μπορούσε νά γίνει, στήν περίπτωση πού διαθέταμε κι ἄλλες ἐναλλακτικές λύσεις ἢ πού εἶχαμε διαφορετικά δεδομένα, εἶναι ἕνα ἐρώτημα πού δέν ἔχει κανένα νόημα. Δέν ὑπάρχουν τά ἀπαιτούμενα στοιχεῖα γιά νά προσδιορίσουν τις δυνατές λύσεις.

Μιά ἐντελῶς διαφορετική προσέγγιση σ' ὄλο αὐτό τό πλέγμα τῶν προβλημάτων ἔχει δοθεῖ ἀπό τόν Karl R. Popper, πού ἀρνεῖται

1. Γιά μιᾶ σύντομη παρουσίαση τῶν κύριων τάσεων στίς πιθανολογικές θεωρίες επαλήθευσης, δές Ernest Nagel, *Principles of the Theory of Probability*, vol. I, No. 6, *International Encyclopedia of Unified Science*, σ. 60-75.

ὅτι ὑπάρχει ὁποιαδήποτε διαδικασία ἐπαλήθευσης². Τονίζει, ἀντίθετα, τή σημασία τῆς διάψευσης [falsification], δηλαδή αὐτοῦ τοῦ τέστ πού, ἀκριβῶς ἐπειδή καταλήγει σέ ἀρνητικό πόρισμα, ἀπαιτεῖ τήν ἀπόρριψη μιᾶς καθιερωμένης θεωρίας. Σέ πρώτη ματιά, φαίνεται ὅτι ὁ ρόλος πού ἀποδίδεται ἀπό τόν Popper στή διάψευση μοιάζει πολύ μέ τὸ ρόλο πού παίζουν, σ' αὐτό τό βιβλίο, οἱ ἐμπειρικές ἀνωμαλίες, δηλαδή οἱ ἐμπειρίες πού, προκαλώντας κρίση, προετοιμάζουν τὸ δρόμο γιά μιὰ νέα θεωρία. Οἱ ἀνωμαλίες, ὥστόσο, δέν ταυτίζονται μέ τίς ἐμπειρίες πού ὁδηγοῦν στήν διάψευση. Στήν πραγματικότητα, ἀμφιβάλλω καί γιά τό ἄν ὑπάρχουν τέτοιες ἐμπειρίες. "Ὅπως ἔχει τονιστεῖ ἐπανελημμένα, καμιά θεωρία δέ λύνει ποτέ ὅλους τούς γρίφους πού ἀντιμετωπίζει σέ μιὰ δεδομένη χρονική περίοδο· οὔτε πάλι, οἱ ὀλοκληρωμένες λύσεις εἶναι πάντοτε τέλειες. Ἐπίθετα, αὐτή ἀκριβῶς ἡ ἔλλειψη πληρότητας καί τελειότητας στό συνταίριασμα δεδομένων-θεωρίας ὁδηγεῖ στόν καθορισμό πολλῶν ἀπό τούς γρίφους πού χαρακτηρίζουν τή φυσιολογική ἐπιστήμη, σέ κάθε ἐποχή. Ἐάν ὁποιοδήποτε λάθος σ' αὐτό τό συνταίριασμα ὁδηγοῦσε κάθε φορά στήν ἀπόρριψη τῆς θεωρίας, τότε θά ἔπρεπε ὅλες οἱ θεωρίες νά εἶχαν ἀπορριφτεῖ σ' ὅλες τίς ἐποχές. Ἐάν, πάλι, μόνο κάποια σοβαρή ἀποτυχία στό συνταίριασμα δικαιολογεῖ τήν ἀπόρριψη τῆς θεωρίας, τότε οἱ ὁπαδοί τοῦ Popper χρειάζονται ἕνα κριτήριο «ἔλλειψης-πιθανότητας» [improbability] ἢ «βαθμοῦ διάψευσης». Ἐναπτύσσοντας ἕνα τέτοιο κριτήριο, θά ἀντιμετωπίσουν σχεδόν σίγουρα τό ἴδιο πλέγμα δυσκολιῶν πού ἔχει ἀπασχολήσει ὄσους ὑποστηρίζουν κάποια ἀπό τίς διάφορες πιθανολογικές θεωρίες τῆς ἐπαλήθευσης.

Μποροῦμε νά ἀποφύγουμε πολλές ἀπό αὐτές τίς δυσκολίες, ἄν ἀναγνωρίσουμε ὅτι καί οἱ δύο αὐτές διαδεδομένες, ἀλλά ἀντίθετες, ἀπόψεις γιά τή βαθύτερη λογική τῆς ἐπιστημονικῆς ἔρευνας προσπάθησαν νά συνενώσουν δύο καθαρά ξεχωριστές διαδικασίες σέ μιὰ. Οἱ ἀνωμαλίες ἐμπειρίες τοῦ Popper εἶναι σημαντικές γιά τήν ἐπιστήμη, γιατί προκαλοῦν τή γένεση ἀνταγωνιστῶν σέ ἕνα ὑπάρχον Παράδειγμα. Ἡ διάψευση ὅμως, ἄν καί σίγουρα συμβαίνει κατά καιρούς, δέ συνοδεύει οὔτε προκαλεῖται ἀπό τήν ἐμφάνιση μιᾶς ἀνωμαλίας ἢ μιᾶς ἀπορριπτικῆς ὑπόδειξης. Ἐπίθετα, εἶναι μιὰ ἐπακόλουθη καί ξεχωριστή διαδικασία πού

2. K.R., Popper, *The Logic of Scientific Discovery* (New York, 1959), ἰδιαίτερα κεφ. i-iv.

θά μπορούσε ξέξιου καλά νά όνομαστει έπαλήθευση, άφου πρόκειται για τό θρίαμβο ενός νέου Παραδείγματος άπέναντι στο παλιότερο. Σ' αυτή τή συνδυασμένη διαδικασία έπαλήθευσης-διάψευσης, ή σύγκριση τών θεωριών πού έπιχειρεί ό θεωρητικός τών πιθανοτήτων παίζει έναν κεντρικό ρόλο. Αυτή ή διατύπωση σέ δύο στάδια έχει, κατά τή γνώμη μου, τήν άρετή τής μεγάλης άληθοφάνειας και άκόμη μās έπιτρέπει νά άρχίσουμε νά διερευνούμε τό ρόλο τής συμφωνίας (ή τής διαφωνίας) ανάμεσα σέ γεγονότα και θεωρία στή διάρκεια τής διαδικασίας έπαλήθευσης. Τουλάχιστο για τόν ιστορικό, δέν έχει και πολύ νόημα νά ύποστηρίξει ότι ή έπαλήθευση έγκαθιδρύει τή συμφωνία ανάμεσα σέ γεγονότα και θεωρία. "Όλες οι σημαντικές θεωρίες στήν ιστορία συμφωνούσαν μέ τά γεγονότα λίγο ως πολύ. Δέν ύπάρχει πιό άκριβής άπάντηση άπό αυτή, στήν έρώτηση αν μιά μεμονωμένη θεωρία ταιριάζει μέ τά γεγονότα. Παρόμοιες όμως έρωτήσεις μπορούν νά τεθούν, όταν οι θεωρίες παίρνονται συλλογικά ή έστω ανά δύο. "Έχει πολύ νόημα νά τεθει τό έρώτημα ποιά άπό δύο τρέχουσες και άντιτιθέμενες θεωρίες ταιριάζει καλύτερα μέ τά γεγονότα. "Έτσι, λ.χ., αν και ούτε του Priestley ούτε του Lavoisier ή θεωρία συμφωνούσε άπόλυτα μέ τίς ύπάρχουσες παρατηρήσεις, έλάχιστοι σύγχρονοί τους άργησαν περισσότερο άπό μιά δεκαετία νά συμπεράνουν ότι ή θεωρία του Lavoisier ταίριαζε πολύ καλύτερα άπό τίς δύο.

Αυτή ή διατύπωση, ώστόσο, κάνει νά φαίνεται πιό εύκολη και πιό οικεία άπ' ό,τι είναι ή προσπάθεια έκλογής ανάμεσα σέ Παραδείγματα. "Αν ύπήρχε μόνο μιά ομάδα επιστημονικών προβλημάτων, μόνο ένας κόσμος μέσα στον όποιον εργαζόμαστε πάνω σ' αυτά και μόνο ένα σύνολο κριτηρίων για τήν επίλυσή τους, τότε ό άνταγωνισμός τών Παραδειγμάτων θά ρυθμιζόταν σχετικά εύκολα μέ κάποια διαδικασία, όπως ή καταμέτρηση τών προβλημάτων πού λύνει τό καθένα. Στήν πραγματικότητα όμως, αυτές οι συνθήκες δέν πληροούνται ποτέ. Οι όπαδοί άνταγωνιστικών Παραδειγμάτων είναι πάντοτε, τουλάχιστο ως ένα βαθμό, σέ διαφορετικά στρατόπεδα. Καμιά άπ' τίς δυο πλευρές δέ θά δεχτεί όλες τίς μη-έμπειρικές ύποθέσεις πού ή άλλη χρειάζεται για νά στηρίξει τή θέση της. "Όπως ό Proust και ό Berthollet τήν εποχή πού διαφωνούσαν για τή σύνθεση τών χημικών ενώσεων, οι δυο πλευρές καταλήγουν συνήθως σέ διάλογο κουφών. "Αν και ό καθένας έλπίζει νά μεταστρέψει τόν άλλο στο δικό του τρόπο θέασης τής επιστήμης και τών προβλημάτων της, κανένας δέν

ἐλπίζει ὅτι θά ἀποδείξει τή θέση του. Ἡ διαμάχη ἀνάμεσα σέ Παραδείγματα δέν ἀνήκει στήν κατηγορία τῶν μαχῶν πού λύνονται μέ ἀποδείξεις.

Ἔχουμε ἀναφέρει ἤδη πολλούς λόγους γιά τούς ὁποίους οἱ ὁπαδοί ἀντίθετων Παραδειγμάτων δέν καταφέρνουν νά ἀποκαταστήσουν πλήρη ἐπικοινωνία μεταξύ τους. Γιά νά χαρακτηρίσουμε τό σύνολο αὐτῶν τῶν λόγων, υἱοθετήσαμε τόν ὄρο «ἀσύμμετρότητα» [incommensurability] τῶν φυσιολογικῶν-ἐπιστημονικῶν παρδόσεων πρὶν καί μετά τήν ἐπανάσταση, καί χρειάζεται ἐδῶ ἀπλῶς νά τούς ἀνακεφαλαιώσουμε. Πρῶτος λόγος: οἱ ὁπαδοί ἀντίθετων Παραδειγμάτων συχνά διαφωνοῦν πάνω στόν κατάλογο τῶν προβλημάτων πού τό κάθε ὑποψήφιο Παράδειγμα πρέπει νά λύνει· τά κριτήριά τους καί οἱ ὀρισμοί πού δίνουν γιά τήν ἐπιστήμη δέν ταυτίζονται. Μιά θεωρία τῆς κίνησης, λ.χ., θά πρέπει νά ἐξηγεῖ τό αἴτιο τῶν ἐλκτικῶν δυνάμεων πού ἐξασκοῦνται ἀνάμεσα στά ὑλικά σωματίδια ἢ μπορεῖ ἀπλῶς νά διαπιστώνει τήν ὑπαρξη τέτοιων δυνάμεων; Ἡ δυναμική τοῦ Newton ἀπορρίπτονταν ἀπό πολλούς γιατί, σέ ἀντίθεση μέ τίς θεωρίες τοῦ Ἀριστοτέλη καί τοῦ Descartes, ὀδηγοῦσε στή δεύτερη ἀπάντηση. Ὅταν λοιπόν ἡ θεωρία τοῦ Newton ἔγινε ἀποδεκτή, ἔνα ἐρώτημα ἐξαφανίστηκε ἀπό τήν ἐπιστήμη. Τό ἴδιο ὅμως αὐτό ἐρώτημα ἐπανέρχεται ἀργότερα καί ἡ θεωρία τῆς σχετικότητας δικαιολογημένα ὑπερφηανεύεται ὅτι τό ἔχει λύσει. Ἡ πάλι, ἡ χημική θεωρία τοῦ Lavoisier, ὅπως διαδόθηκε τό 19ο αἰ., ἐμπόδιζε τούς χημικούς νά θέτουν τό ἐρώτημα γιατί τά μέταλλα μοιάζουν τόσο πολύ μεταξύ τους, ἔνα ἐρώτημα πού ἡ φλογιστική θεωρία εἶχε θέσει καί εἶχε ἀπαντήσει παλιότερα. Ἡ μετάβαση στό Παράδειγμα τοῦ Lavoisier εἶχε ὡς συνέπεια, ὅπως καί ἡ μετάβαση στό νευτώνιο Παράδειγμα, τήν ἀπώλεια ὄχι μόνο ἑνός ἐγκυρου ἐρωτήματος ἀλλά καί μιᾶς ὀλοκληρωμένης ἀπάντησης. Οὔτε καί σ' αὐτήν τήν περίπτωση ὅμως, δέν ἦταν ὀριστική ἡ ἀπώλεια. Στόν 20ο αἰ., ἐπανέρχονται τά ἐρωτήματα πάνω στίς ιδιότητες τῶν χημικῶν οὐσιῶν καί δίνονται ὀρισμένες ἀπαντήσεις.

Τό ζήτημα δέν ἐξαντλεῖται, ὥστόσο, μέ τήν ἀσύμμετρότητα τῶν κριτηρίων. Ἀφοῦ τά νέα Παραδείγματα γεννιοῦνται ἀπό τά παλιότερα, εἶναι φυσικό νά διατηροῦν ἔνα μεγάλο ποσοστό τοῦ λεξιλόγιου καί τοῦ ἐννοιολογικοῦ καί ὀργανικοῦ ἐξοπλισμοῦ πού χρησιμοποιοῦσαν στό παρελθόν τά παραδοσιακά Παραδείγματα. Σπάνια ὅμως χρησιμοποιοῦν τά στοιχεῖα, πού ἔχουν κληρονομήσει, μέ τόν παραδοσιακό τρόπο. Στά πλαίσια τοῦ νέου

Παραδείγματος, οί παλιοί ὄροι, οί ἔννοιες καί τά πειράματα πληροῦν νέες ἀμοιβαίες σχέσεις. Ἡ ἀναγκαία κατάληξη εἶναι αὐτό πού θά ὀνομάσουμε, χωρίς ὁ ὄρος νά εἶναι ἀπολυτά σωστός, μιά «παρεξήγηση» ἀνάμεσα στίς δύο ἀντιτιθέμενες σχολές. Δέν μπορούμε νά πούμε ὅτι ὁ ἀπλός ἄνθρωπος πού περιγελοῦσε τή γενική θεωρία τῆς σχετικότητας τοῦ Einstein, ἐπειδή ὁ χῶρος δέν ἦταν δυνατό νά εἶναι «καμπύλος», ἔκανε ἀπλῶς ἕνα λάθος ἢ εἶχε ἀπλῶς ἄδικο. Οὔτε πάλι εἶχαν ἀπλῶς ἄδικο οἱ μαθηματικοί, φυσικοί καί φιλόσοφοι πού προσπάθησαν νά ἐπεξεργαστοῦν μιά εὐκλείδεια παραλλαγή τῆς θεωρίας τοῦ Einstein³. Ἡ ἔννοια τοῦ χώρου πού ὑπῆρχε μέχρι τότε παρέπεμπε κατ' ἀνάγκη σέ κάτι ἐπίπεδο, ὁμογενές, ἰσοτροπικό καί ἀνεξάρτητο ἀπό τήν ὑπαρξη τῆς ὕλης. Ἄν δέν ὑπῆρχε μιά τέτοια ἔννοια, ἡ φυσική τοῦ Newton δέ θά εἶχε καμιά λειτουργικότητα. Γιά νά πραγματοποιηθεῖ τό πέρασμα στό σύμπαν τοῦ Einstein, ἔπρεπε νά ἀλλάξει ὀλόκληρο τό ἔννοιολογικό δίκτυο, πού εἶχε νήματα τό χῶρο, τό χρόνο, τήν ὕλη, τή δύναμη κ.ο.κ. καί νά εφαρμοστεῖ ξανά στή φυσική πραγματικότητα. Μόνο ὅσοι εἶχαν ὑποστεῖ καί οἱ ἴδιοι αὐτόν τό μετασχηματισμό (ἢ ὅσοι ἀντίστοιχα δέν τόν εἶχαν τελικά δεχτεῖ) θά μπορούσαν νά εἶναι σέ θέση νά ἀνακαλύψουν πού ἀκριβῶς συμφωνοῦν μεταξύ τους καί πού διαφωνοῦν. Ἡ ἐπικοινωνία στή διάρκεια τοῦ ἐπαναστατικοῦ διχασμοῦ εἶναι ἀναπόφευκτα ἀτελής. Ἄς δοῦμε, ἀκόμη, τόν ἄνθρωπο πού θεωροῦσε τόν Κοπέρνικο τρελό, γιατί ἰσχυριζόταν ὅτι ἡ Γῆ κινεῖται. Δέν πρόκειται γιά κάποιον πού ἔχει λίγο ἢ πολύ ἄδικο. Ἐνα μέρος ἀπό τήν καθιερωμένη σημασία τῆς λέξης «Γῆ» ἦταν ἡ ιδιότητα «σταθερή θέση». Τώρα ὅμως, εἶχαμε ἕνα νέο τρόπο νά βλέπουμε τά προβλήματα τῆς φυσικῆς καί τῆς ἀστρονομίας, ἕναν τρόπο πού ὀδηγοῦσε ἀναγκαστικά στήν ἀλλαγὴ τῆς σημασίας καί τῆς «Γῆς» καί τῆς «κίνησης»⁴. Πρίν ἀπ' αὐτές τίς ἀλλαγές ἡ ἔννοια μιᾶς κινούμενης Γῆς ἦταν παράλογη. Ἄπ' τήν ἄλλη μεριά, ὅταν πιά αὐτές οἱ ἀλλαγές πραγματοποιήθηκαν καί ἔγιναν κατανοητές, μπόρεσαν

3. Γιά τίς ἀντιδράσεις τοῦ κοινῶ στόν καμπύλο χῶρο, δές Philipp Frank, *Einstein, His Life and Times*, μετ. καί ἐπιμ. G. Rosen καί S. Kusaka (New York, 1947), σ. 142-146. Γιά ὀρισμένες προσπάθειες νά διατηρηθοῦν τά ὀφέλη τῆς γενικῆς σχετικότητας μέσα σ' ἕνα εὐκλείδειο χῶρο, δές C. Nordmann, *Einstein and the Universe*, μετ. J. McCabe (New York, 1922), κεφ. ix.

4. T.S. Kuhn, *The Copernican Revolution* (Cambridge, Mass., 1957), κεφ. iii, iv, vii. Ἐνα ἀπό τά κύρια θέματα τοῦ βιβλίου εἶναι κατὰ πόσο ὁ ἡλιοκεντρισμός εἶναι κάτι περισσότερο ἀπό ἕνα αὐστηρά ἀστρονομικό πρόβλημα.

τόσο ο Descartes όσο και Huyghens να συνειδητοποιήσουν ότι η κίνηση της Γης ήταν ένα ζήτημα χωρίς περιεχόμενο για την επιστήμη⁵.

Οι αναφορές αυτές μᾶς οδηγούν στην τρίτη και πιο θεμελιώδη πλευρά της ασυμμετρότητας των αντίθετων Παραδειγμάτων. Μέ μια έννοια, πού δεν μπορώ να εξηγήσω περισσότερο, οι όπαδοί αντίθετων Παραδειγμάτων ασκούν τό ἔργο τους μέσα σέ διαφορετικούς κόσμους. Ὁ ἕνας κόσμος περιέχει σώματα πού συγκρατοῦνται καί πέφτουν ἀργά, ὁ ἄλλος ἐκκρεμή πού ἐπαναλαμβάνουν τήν κίνησή τους ξανά καί ξανά. Στόν ἕναν, τά διαλύματα εἶναι χημικές ἐνώσεις, στόν ἄλλο μίγματα. Ὁ ἕνας θεμελιώνεται σ' ἕναν ἐπίπεδο χῶρο, ὁ ἄλλος σέ ἕναν καμπύλο. Δουλεύοντας μέσα σέ διαφορετικούς κόσμους, οἱ δύο ὁμάδες ἐπιστημόνων βλέπουν διαφορετικά πράγματα, ὅταν κοιτοῦν ἀπό τό ἴδιο σημεῖο στήν ἴδια κατεύθυνση. Ἐπαναλαμβάνουμε ὅτι αὐτό δέ σημαίνει ὅτι μποροῦν νά δοῦν ὅ,τι τοὺς ἀρέσει. Καί οἱ δύο κοιτάζουν τόν ἴδιο κόσμο καί αὐτό πού κοιτάζουν δέν ἔχει ὑποστει ἀλλαγῆ. Σέ ὀρισμένες ὅμως περιοχές βλέπουν διαφορετικά πράγματα ἢ τά βλέπουν κάτω ἀπό διαφορετικές ἀμοιβαῖες σχέσεις. Γι' αὐτό τό λόγο, ἕνας φυσικός νόμος πού, γιά τή μία ὁμάδα ἐπιστημόνων, δέν μπορεῖ οὔτε κἀν νά ἀποδειχτεῖ, στήν ἄλλη μπορεῖ νά φανεῖ αὐταπόδεικτος. Τέλος, γιά τόν ἴδιο πάλι λόγο, δέν ὑπάρχει ἐλπίδα πλήρους ἐπικοινωνίας, ἂν δέν προηγηθεῖ μία ἐμπειρία μεταστροφῆς γιά τή μία ἢ τήν ἄλλη ὁμάδα, μεταστροφή [conversion] πού ὀνομάσαμε Παραδειγματική ἀλλαγῆ⁶. Ἀκριβῶς ἐπειδή λείπει κοινό μέτρο σύγκρισης, ἡ μετάβαση ἀπό τό ἕνα Παράδειγμα στό ἄλλο δέν μπορεῖ νά πάρει τή μορφή ἑνός ἀπλοῦ βήματος στό χρόνο, πού πραγματοποιεῖται μέ τήν ὄθηση τῆς λογικῆς καί τῆς οὐδέτερης ἐμπειρίας. Ὅπως ἡ ἐναλλαγή τῶν gestalt, πρέπει νά συμβεῖ μία κι ἐξω (ὄχι ὅμως κατ' ἀνάγκη στιγμιαία) ἢ νά μή συμβεῖ καθόλου.

Πῶς λοιπόν φτάνουν οἱ ἐπιστήμονες νά δέχονται αὐτήν τή μεταστροφή; Ὡς ἕνα βαθμό, ἀπλούστατα δέν τή δέχονται. Τό κοπερνίκειο Παράδειγμα εἶχε προσηλυτίσει ἐλάχιστους, ἕνα σχεδόν αἰῶνα μετά τό θάνατο τοῦ Κοπέρνικου. Τό ἔργο τοῦ Newton δέν ἦταν καθολικά ἀποδεκτό, ἰδίως στήν ἠπειρωτική

5. Max Jammer, *Concepts of Space* (Cambridge, Mass., 1954), σ. 118-24.

6. [Ἡ «μεταστροφή» χρησιμοποιεῖται ἐδῶ καί στή συνέχεια μέ τήν έννοια τῆς ἀλλαγῆς *θρησκευτικῆς* πίστεως] σ.τ.ε.

Ευρώπη, 50 σχεδόν χρόνια μετά την εμφάνιση τῶν *Principia*⁷. Ὁ Priestely οὐδέποτε δέχτηκε τή θεωρία τοῦ ὄξυγόνου οὔτε ὁ Λόρδος Kelvin τήν ἠλεκτρομαγνητική θεωρία κ.ο.κ. Οἱ δυσκολίες τῆς μεταστροφῆς ἔχουν συχνά ἐπισημανθεῖ ἀπό τούς ἴδιους τούς ἐπιστήμονες. Ὁ Darwin, πρὸς τό τέλος τῆς *Ἐξέλιξης τῶν Εἰδῶν*, ἔγραψε μέ μεγάλη διορατικότητα: «Ἄν καί εἶμαι ἀπόλυτα πεπεισμένος γιά τήν ὀρθότητα τῶν ἀπόψεων πού διατυπώνονται σ' αὐτό τό βιβλίο..., δέν περιμένω, σέ καμιά περίπτωση, νά πείσω τούς πεπειραμένους φυσιογῶστες, πού στό μυαλό τους ἔχουν μιά πολλαπλότητα γεγονότων ἐρμηνευμένων, ἐδῶ καί πάρα πολλά χρόνια, κάτω ἀπό ἕνα ἐντελῶς διαφορετικό πρίσμα...» Ἀντιμετωπίζω ὅμως τό μέλλον μέ ἐμπιστοσύνη —στηρίζομαι στούς νέους, ὑπό διαμόρφωση φυσιογῶστες, πού θά εἶναι σέ θέση νά ἀντιμετωπίσουν μέ ἀμεροληψία καί τίς δύο πλευρές⁸. Καί ὁ Max Planck, ἀναλογιζόμενος τήν ἴδια τήν ἐπιστημονική του καριέρα στήν *Ἐπιστημονική Αὐτοβιογραφία* του, παρατηροῦσε μέ πίκρα ὅτι «μιά νέα ἐπιστημονική ἀλήθεια δέ θριαμβεύει ἐπειδή πείθει τούς ἀντίθετους καί τούς κάνει νά δοῦν τό φῶς, ἀλλά μᾶλλον ἐπειδή κάποτε οἱ ἀντίπαλοί της πεθαίνουν καί μιά νέα γενιά ἀνδρώνεται πού εἶναι ἐξοικιωμένη μ' αὐτήν τήν ἀλήθεια»⁹.

Αὐτά καί ἄλλα παρόμοια γεγονότα εἶναι τόσο γνωστά πού δέ χρειάζονται περισσότερο ἐμφαση. Ἐκεῖνο ὅμως πού χρειάζονται εἶναι νέα ἀξιολόγηση. Στό παρελθόν, συνήθως ἐκλαμβάνονταν ὡς ἐνδείξεις ὅτι οἱ ἐπιστήμονες, ὄντας ἀπλοί ἄνθρωποι, δέν μποροῦν πάντοτε νά παραδεχτοῦν τά λάθη τους, ἀκόμη καί ὅταν ἀντιμετωπίζουν ξεκάθαρες ἀποδείξεις. Ἐγώ ἀντίθετα θά ὑποστήριζα ὅτι σ' αὐτά τά πράγματα δέν ἔχουμε νά κάνουμε οὔτε μέ ἀποδείξεις οὔτε μέ λάθη. Ἡ μετάθεση τῆς ἐμπιστοσύνης ἀπό ἕνα Παράδειγμα σέ ἄλλο εἶναι μιά ἐμπειρία μεταστροφῆς πού δέν μπορεῖ νά γίνει μέ ἐξαναγκασμό. Ἡ ἀντίσταση γιά μιά ὀλόκληρη ζωή, ἰδιαίτερα στήν περίπτωση ἐκείνων πού τό παραγωγικό τους ἔργο τούς ἔχει δεσμεύσει σέ μιά παλιότερη παράδοση φυσιολογικῆς ἐπιστήμης, δέν ἀποτελεῖ παραβίαση κάποιων ἐπιστημονικῶν κριτη-

7. I.B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof* (Philadelphia, 1956), σ. 93-94.

8. Charles Darwin, *On the Origin of Species...* (ἀπό τήν 6η ἀγγλική ἐκδοση, New York, 1889), II, σ. 295-296.

9. Max Planck, *Scientific Autobiography and Other Papers*, μετ. F. Gaynor (New York, 1949), σ. 33-34.

ρίων αλλά μία ένδειξη για τη φύση της ίδιας της επιστημονικής έρευνας. Η πηγή της αντίστασης είναι ή βεβαιότητα ότι τό παλιότερο Παράδειγμα θά λύσει τελικά όλα τά προβλήματά του, ότι ή φύση μπορεί νά προσαρμοστεί στό πλαίσιο πού προσφέρει τό Παράδειγμα. Αναπόφευκτα βέβαια, αὐτή ή βεβαιότητα, σέ καιρούς επανάστασης, μοιάζει πεισματική καί στενοκέφαλη, ὅπως, πολλές φορές, καταλήγει πραγματικά νά γίνει. Είναι ὅμως καί κάτι παραπάνω. Η ἴδια αὐτή βεβαιότητα δίνει στή φυσιολογική ἐπιστήμη (ή στή δραστηριότητα ἐπίλυσης-γρίφων) δυνατότητα ὑπαρξης. Καί μόνο μέσα ἀπ' τή φυσιολογική ἐπιστήμη, ή κλαδική κοινότητα τῶν ἐπιστημόνων καταφέρνει, πρῶτα, νά ἀναπτύσσει τό φάσμα καί τήν ἀκρίβεια τοῦ παλιότερου Παραδείγματος καί, στή συνέχεια, νά ἀπομονώνει τή δυσκολία, ή μελέτη της ὁποίας μπορεί νά ὀδηγήσει στήν ἀνάδυση ἑνός νέου Παραδείγματος.

Βέβαια, ὅταν λέμε ότι αὐτή ή ἀντίσταση εἶναι ἀναπόφευκτη καί νόμιμη, ότι ή ἀλλαγή Παραδείγματος δέν μπορεί νά αἰτιολογηθεῖ μέ ἀποδείξεις, δέν ἐννοοῦμε ότι δέν ὑπάρχουν ὀρισμένα κατάλληλα ἐπιχειρήματα ἢ ότι δέν ὑπάρχει πιθανότητα νά πειστοῦν οἱ ἐπιστήμονες νά ἀλλάξουν γνώμη. Ἄν καί, ὀρισμένες φορές, χρειάζεται μία ὀλόκληρη γενιά για νά ἐπιτευχθεῖ ή ἀλλαγή, οἱ ἐπιστημονικές κοινότητες ἔχουν ἐπανειλημμένα μεταστραφεῖ σέ νέα Παραδείγματα. Μάλιστα, οἱ μεταστροφές αὐτές δέν ἀντιφάσκουν μέ τό γεγονός ότι οἱ ἐπιστήμονες εἶναι ἄνθρωποι, ἀλλά συμβαίνουν ἀκριβῶς ἐπειδή εἶναι ἄνθρωποι. Είναι βέβαια πιθανό ότι ὀρισμένοι ἐπιστήμονες, ἰδίως οἱ μεγαλύτεροι σέ ἡλικία καί σέ πείρα, θά συνεχίζουν νά ἀνθίστανται ἐπ' ἀόριστον· οἱ περισσότεροι ὅμως θά ἀκολουθήσουν μέ τόν ἕνα ἢ τόν ἄλλο τρόπο. Ὁ ρυθμός τῶν μεταστροφῶν θά πέφτει ἔως ὅτου, μετά τό θάνατο καί τοῦ τελευταίου ἀντιστεκόμενου, ὀλόκληρος ὁ κλάδος θά συνεχίζει νά δουλεύει κάτω ἀπό ἕνα μοναδικό, ἀλλά τώρα διαφορετικό, Παράδειγμα. Θά πρέπει λοιπόν νά ἐξετάσουμε πῶς ή μεταστροφή προκύπτει καί τί ἀντίσταση συναντᾷ.

Τί εἶδους ἀπάντηση πρέπει νά περιμένουμε; Η ἐρώτησή μας ἀφορᾷ τεχνικές πειθοῦς, ἐπιχειρήματα καί ἀντεπιχειρήματα σέ μία κατάσταση ὅπου δέν ὑπάρχουν ἀποδείξεις· πρόκειται ἐπομένως για μία νέα ἐρώτηση, πού ἀπαιτεῖ μία μορφή διερεύνησης πού δέν ἔχει ξαναγίνει στό παρελθόν. Θά πρέπει νά περιοριστοῦμε σέ μία μερική καί γενικόλογη ἐπισκόπηση. Ἐπιπλέον, αὐτά πού ἔχουμε ἤδη πει σέ συνδυασμό μέ τά πρῶτα πορίσματα αὐτῆς τῆς

ἐπισκόπησης μᾶς ὀδηγοῦν στό συμπέρασμα ὅτι ἡ ἐρώτηση γιά τή φύση τῶν ἐπιχειρημάτων τῶν ἐπιστημῶν, ὅταν συνδέεται μέ τήν πειθῶ τοῦ λόγου καί ὄχι μέ τίς ἀποδείξεις, δέν ἔχει μιά μοναδική ἢ καθολική ἀπάντηση. Οἱ μεμονωμένοι ἐπιστήμονες υἱοθετοῦν ἕνα νέο Παράδειγμα γιά κάθε εἶδους λόγο καί συνήθως γιά πολλούς λόγους ταυτόχρονα. Ὅρισμένοι ἀπ' αὐτούς τοὺς λόγους — π.χ., ἡ λατρεία τοῦ ἡλίου, πού βοήθησε τόν Kepler νά γίνει ὀπαδός τοῦ Κοπέρνικου— δέν ἔχουν καμιά σχέση μέ τή σφαῖρα τῆς ἴδιας τῆς ἐπιστήμης¹⁰. Κάποιοι ἄλλοι ἐξαρτῶνται ἀπό τυχαῖα γεγονότα τῆς ζωῆς καί τῆς προσωπικότητας τοῦ ἐπιστήμονα. Ἀκόμη καί ἡ ἐθνικότητα ἢ ἡ πρότερη φήμη τοῦ ἀνακαινιστῆ καί τῶν δασκάλων του, μερικές φορές, παίζουν σημαντικό ρόλο¹¹. Κατά συνέπεια, θά πρέπει τελικά νά μάθουμε νά θέτουμε αὐτήν τήν ἐρώτηση μέ διαφορετικό τρόπο. Δέ θά πρέπει νά ἐνδιαφερόμαστε γιά τά ἐπιχειρήματα πού ὀδήγησαν ὄντως ἕνα συγκεκριμένο ἄτομο στή μεταστροφή, ἀλλά μᾶλλον γιά τό εἶδος τῆς ἐπιστημονικῆς κοινότητας πού ἀργά ἢ γρήγορα ἀνα-σχηματίζεται ὡς ἐνιαία ομάδα. Θά ἀφήσω ὅμως αὐτό τό πρόβλημα γιά τό τελευταῖο κεφάλαιο, ἐξετάζοντας στό μεταξύ κάποιες μορφές ἐπιχειρημάτων πού ἔχουν ἀποδειχθεῖ ἰδιαίτερα ἀποδοτικές στίς μάχες γιά τήν ἀλλαγὴ Παραδείγματος.

Ἀπό τοὺς ἰσχυρισμούς τῶν ὀπαδῶν ἐνός νέου Παραδείγματος, ὁ πιό σπουδαῖος θά πρέπει μᾶλλον νά εἶναι ὅτι μποροῦν νά λύσουν τά προβλήματα πού ὀδήγησαν σέ κρίση τό παλιό Παράδειγμα. Ὅταν μπορεῖ νά ὑποστηριχθεῖ μέ ἐγκυρότητα, ὁ ἰσχυρισμός αὐτός εἶναι συχνά ὁ καλύτερος δυνατός. Εἶναι γνωστό ὅτι σ' αὐτήν τήν περιοχὴ τό Παράδειγμα παρουσιάζει προβλήματα. Τό πρόβλημα ἔχει διερευνηθεῖ, ἔχουν γίνει ἐπανειλημμένες προσπάθειες νά ξεπεραστεῖ, ἀλλά ὅλες ἦταν μάταιες. Πρὶν ἀκόμη ἐπινοηθεῖ τό νέο Παράδειγμα, ἔχουν ἀναγνωριστεῖ καί δοκιμαστεῖ

10. Γιά τό ρόλο τῆς λατρείας τοῦ ἡλίου στή σκέψη τοῦ Kepler, δές E.A. Burt, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science* (ἀν. ἔκδ., New York, 1932), σ. 44-49.

11. Γιά τή λειτουργία τῆς προσωπικῆς φήμης εἶναι χαρακτηριστικό τό ἐξῆς: Ὁ λόρδος Rayleigh, τόν καιρὸ πού ἡ φήμη του εἶχε ἐδραιωθεῖ, παρέδωσε μιά ἀναφορά στό Βρετανικὸ Σύνδεσμο πάνω σέ μερικά παράδοξα τῆς ἠλεκτροδυναμικῆς. Τό ὄνομά του δέ σημειώθηκε ἀπό ἀπροσεξία καί ὅταν ἡ ἀναφορά δόθηκε ἀπορρίφθηκε ὡς ἔργο ἐνός «παραδοξολόγου». Ἀμέσως μετὰ, ὅταν γράφτηκε πιά τό ὄνομα τοῦ συγγραφέα, ἡ ἀναφορά ἔγινε δεκτὴ καί ζητήθηκε συγγνώμη γιά τήν παρεξήγηση (R.J. Strutt, 4th Baron Rayleigh *John William Strutt, Third Baron Rayleigh* [New York, 1924], σ. 228).

δρισμένα «άποφασιστικά πειράματα» [crucial experiments] —πειράματα δηλ. πού είναι σέ θέση νά αντιδιαστείλουν μέ ιδιαίτερη σαφήνεια δύο Παραδείγματα. "Έτσι ὁ Κοπέρνικος ἰσχυρίστηκε ὅτι εἶχε λύσει τό ἐνοχλητικό ἀπό πολύ παλιά πρόβλημα τοῦ μήκους τοῦ ἡμερολογιακοῦ ἔτους, ὁ Newton ὅτι εἶχε συμφιλιώσει τήν ἐπίγεια καί τήν οὐράνια μηχανική, ὁ Lavoisier ὅτι εἶχε λύσει τά προβλήματα τῆς ἀναγνώρισης τῶν ἀερίων καί τῶν σχέσεων βάρους καί ὁ Einstein ὅτι εἶχε συμβιβάσει τήν ἠλεκτροδυναμική μέ μιὰ ἀναθεωρημένη ἐπιστήμη τῆς κίνησης.

Τέτοιου εἴδους ἰσχυρισμοί ἔχουν μεγάλη πιθανότητα νά ἐπιτύχουν, ὅταν τό νέο Παράδειγμα ὀδηγεῖ σέ μιὰ ἐμφανῶς μεγαλύτερη ἀκρίβεια ὑπολογισμῶν σέ σχέση μέ τό παλιό. Ἡ ὑπολογιστική ἀνωτερότητα τῶν «Ροδοφιανῶν πινάκων» τοῦ Kepler σέ σχέση μέ ὄλους τοὺς πίνακες πού εἶχαν προκύψει ἀπό τή θεωρία τοῦ Πτολεμαίου, ἦταν ἓνα βασικό κίνητρο γιά τή μεταστροφή τῶν ἀστρονόμων στό σύστημα τοῦ Κοπέρνικου. Ἡ ἐπιτυχία τοῦ Newton στήν πρόβλεψη ποσοτικῶν ἀστρονομικῶν παρατηρήσεων ἦταν ἴσως ὁ πιό σπουδαῖος ἀπό τοὺς λόγους πού ὀδήγησαν στό θρίαμβο τῆς θεωρίας του ἀπέναντι στοὺς πιό λογικούς ἀλλά καθαρὰ ποιοτικούς ἀνταγωνιστές της. Καί στόν αἰῶνα μας, οἱ ἐντυπωσιακές ὑπολογιστικές ἐπιτυχίες τόσο τοῦ νόμου τῆς ἀκτινοβολίας τοῦ Planck ὅσο καί τοῦ ἀτόμου τοῦ Bohr ἔπεισαν γρήγορα πολλοὺς φυσικούς νά υἱοθετήσουν αὐτές τίς συμβολές, παρόλο πού, ἂν ἔβλεπε κανεῖς τή φυσική ἐπιστήμη συνολικά καί οἱ δύο δημιουργοῦσαν πολύ περισσότερα προβλήματα ἀπ' ὅσα ἔλυναν¹².

Ἡ ἰσχυρισμός, ὡστόσο, ὅτι ἔχουν λυθεῖ τά προβλήματα πού προκαλοῦν τήν κρίση, σπάνια μπορεῖ νά θεωρηθεῖ ἐπαρκής. Καί οὔτε εἶναι πάντοτε ἔγκυρος. Ἡ θεωρία τοῦ Κοπέρνικου, στήν πραγματικότητα, δέν ἦταν πιό ἀκριβής ἀπό τοῦ Πτολεμαίου, οὔτε ὀδήγησε ἄμεσα σέ κάποια βελτίωση τοῦ ἡμερολόγιου. Ἡ κυματική θεωρία τοῦ φωτός, ἀπό τήν ἄλλη, στήν περίοδο πού ἀκολούθησε μετά τή διατύπωσή της, δέν ἦταν οὔτε κἀν ἐξίσου ἐπιτυχημένη μέ τή σωματιδιακή της ἀντίπαλο στήν ἐπίλυση τῶν φαινομένων πόλωσης, τήν κύρια δηλ. αἰτία τῆς κρίσης στήν ὀπτική. Μερικές φορές, ἡ ἀνοργάνωτη πρακτική πού χαρακτηρίζει τήν ιδιόρρυθμη ἔρευνα φτάνει νά παράγει ἓνα ὑποψήφιο Παράδειγμα, πού, στήν ἀρχή, δέ διευκολύνει καθόλου τήν

12. Γιά τά προβλήματα πού δημιούργησε ἡ κβαντική θεωρία, δές F. Reiche, *The Quantum Theory* (London, 1922), κεφ. ii, vi-ix. Γιά τά ἄλλα παραδείγματα αὐτῆς τῆς παραγράφου, δές τίς προηγούμενες, ὑποσημειώσεις αὐτοῦ τοῦ κεφαλαίου.

επίλυση τῶν προβλημάτων τῆς κρίσης. "Όταν συμβεῖ κάτι τέτοιο, θά πρέπει νά ἀντληθοῦν ἐπιχειρήματα ἀπό ἄλλες περιοχές τοῦ πεδίου· καί ὄντως αὐτό γίνεται. Μποροῦν νά ἀναπτυχτοῦν ἰδιαίτερα πειστικά ἐπιχειρήματα σ' αὐτές τίς περιοχές, ἄν τό νέο Παράδειγμα ἐπιτρέπει τήν πρόβλεψη φαινομένων, τά ὅποια, ὅσο καιρό ἐπικρατοῦσε τό παλιό Παράδειγμα, δέν μπορούσαμε οὔτε καν νά ὑποψιαστοῦμε.

Ἡ θεωρία τοῦ Κοπέρνικου, λ.χ., ὑποστήριξε ὅτι οἱ πλανῆτες θά πρέπει νά εἶναι ὅπως ἡ Γῆ, ἡ Ἄφροδίτη θά πρέπει νά παρουσιάζει φάσεις καί τό σύμπαν θά πρέπει νά εἶναι πολύ μεγαλύτερο ἀπ' ὅσο ὑπέθεταν στό παρελθόν. "Όταν λοιπόν, 60 χρόνια μετὰ τό θάνατό του, τό τηλεσκόπιο ξαφνικά ἀποκάλυψε βουνά στή σελήνη, τίς φάσεις τῆς Ἄφροδίτης καί ἀπειράριθμα ἄγνωστα μέχρι καί τότε ἄστρα, τό ἀποτέλεσμα ἦταν ὅτι οἱ παρατηρήσεις αὐτές δημιούργησαν πάρα πολλές μεταστροφές πρὸς τή νέα θεωρία, ἰδίως ἀνάμεσα στούς μή-ἀστρονόμους¹³. Στήν περίπτωση τῆς κυματικῆς θεωρίας, μιά ἀπό τίς κύριες πηγές τῶν μεταστροφῶν τοῦ κλάδου ἦταν ἀκόμη πιό ἐντυπωσιακή. Ἡ ἀντίσταση τῶν Γάλλων κατέρρευσε ἀπότομα καί σχεδόν καθολικά, ὅταν ὁ Fresnel κατάφερε νά δείξει τήν ὑπαρξή μιᾶς λευκῆς κηλίδας στό κέντρο τῆς σκιάς ἑνός κυκλικοῦ δίσκου. Αὐτό ἦταν ἕνα φαινόμενο, πού ὄχι μόνο εἶχε προβλεφθεῖ, ἀλλά πού ὁ Poisson—ἀρχικά, ἕνας ἀπό τοὺς ἀντιπάλους τῆς θεωρίας— εἶχε δείξει ὅτι πρόκειται γιά ἀναγκαία, ἀλλά παράλογη συνέπεια τῆς θεωρίας τοῦ Fresnel¹⁴.

Τέτοιους εἶδους ἐπιχειρήματα, ἀκριβῶς ἐπειδή προκαλοῦν κατάπληξη καί ἐπειδή εἶναι τόσο φανερό ὅτι δέν εἶναι ἀπό τήν ἀρχή «ἐνσωματωμένα» στή θεωρία, ἀποδεικνύονται ἰδιαίτερα πειστικά. Καί μερικές φορές αὐτή ἡ πρόσθετη ἰκανότητα μπορεί νά ἔχει ἀποτέλεσμα ἀκόμη καί ἄν τό σχετικό φαινόμενο ἔχει παρατηρηθεῖ πολύ πρὶν προταθεῖ ἡ θεωρία πού τό ἐξηγεῖ. Φαίνεται ὅτι ὁ Einstein, λ.χ., δέν εἶχε προβλέψει ὅτι ἡ γενική θεωρία τῆς σχετικότητας θά ἐξηγοῦσε μέ ἀκρίβεια τήν πασιγνωστη ἀνωμαλία στήν τροχιά τοῦ περιηλίου τοῦ Ἑρμῆ, καί γνώρισε ἕναν πραγματικό θρίαμβο, ὅταν αὐτό συνέβη¹⁵.

13. Kuhn, ὁ.π., σ. 219-225.

14. E.T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity* (2η ἐκδ., London, 1951), σ. 108.

15. Δές ὁ.π., II (1953), σ. 151-180 γιά τήν ἀνάπτυξη τῆς γενικῆς σχετικότητας. Γιά τήν ἀντίδραση τοῦ Einstein στήν ἀκριβῆ συμφωνία τῆς θεωρίας του μέ τήν παρατηρημένη κίνηση τοῦ περιηλίου τοῦ Ἑρμῆ, δές τό γράμμα πού παρατίθεται

“Όλα τὰ ἐπιχειρήματα ὑπὲρ κάποιου Παραδείγματος, πού εἶδαμε ὡς τώρα, βασίστηκαν στή συγκριτική ἰκανότητα τῶν ἀντιπάλων νά λύνουν προβλήματα. Συνήθως γιά τοὺς ἐπιστήμονες, αὐτὰ τὰ ἐπιχειρήματα εἶναι τὰ πιό σημαντικά καί τὰ πιό πειστικά. Δέ θά πρέπει νά ἔχει μείνει καμιά ἀμφιβολία γιά τήν πηγὴ τῆς μεγάλης ἑλξης πού ἔξασκουῦν. Τό πρόβλημα ὅμως εἶναι ὅτι, γιά λόγους στοὺς ὁποίους σύντομα θά ἐπανέλθουμε, δέν εἶναι ἀκαταμάχητα οὔτε γιά τό μεμονωμένο ἐπιστήμονα οὔτε γιά τό σύνολο. Εὐτυχῶς, ὑπάρχει καί μιὰ ἀκόμη μορφή συλλογισμῶν πού μπορεῖ νά ὀδηγήσει τοὺς ἐπιστήμονες νά ἀπορρίψουν ἕνα παλιό Παράδειγμα γιά χάρη ἑνός καινούριου. Πρόκειται γιά τὰ ἐπιχειρήματα —σπάνια διατυπώνονται ξεκάθαρα—, πού ἀπευθύνονται στήν αἴσθηση τῆς κανονικότητας καί τῆς καλαισθησίας τοῦ ἀτόμου: ἡ νέα θεωρία χαρακτηρίζεται «κομψότερη», «πιό κατάλληλη» ἢ «ἀπλούστερη» σέ σχέση μέ τήν παλιά. Εἶναι βέβαια πιθανό ὅτι τέτοια ἐπιχειρήματα εἶναι λιγότερο ἀποτελεσματικά στίς ἐπιστῆμες ἀπ’ ὅ,τι στά μαθηματικά. Οἱ πρῶτες διατυπώσεις τῶν περισσότερων νέων Παραδειγμάτων εἶναι χοντροκομμένες. Μέ τόν καιρό ἀναπτύσσεται ἡ αἰσθητική τους διάσταση, καθὼς ἡ πλειονότητα τῆς ἐπιστημονικῆς κοινότητας τοῦ αἰσθητικοῦ παράγοντα μπορεῖ νά εἶναι ἀποφασιστική. Συνήθως ἑλκύουν μόνο λίγους ἐπιστήμονες σέ μιὰ νέα θεωρία, ὁ τελικός ὅμως θρίαμβος αὐτῆς τῆς θεωρίας μπορεῖ νά ἐξαρτηθεῖ ἀπ’ αὐτοὺς τοὺς λίγους. Τό νέο ὑποψήφιο Παράδειγμα, ἂν δέν εἶχε γρήγορα προτιμηθεῖ, ἀκόμη καί γιά καθαρά προσωπικούς λόγους, ἴσως νά μὴν εἶχε ποτέ ἀναπτυχθεῖ ἀρκετά, ὥστε νά κερδίσει τήν ἐμπιστοσύνη τοῦ συνόλου τῆς ἐπιστημονικῆς κοινότητας.

Τό γιατί παίζουν ἕνα τόσο σπουδαῖο ρόλο αὐτές οἱ περισσότερο ὑποκειμενικές καί αἰσθητικές ἐκτιμήσεις θά φανεῖ, ἂν θυμηθοῦμε σέ τί ἀναφέρεται μιὰ διαμάχη Παραδειγμάτων. “Όταν προτείνεται ἕνα νέο ὑποψήφιο Παράδειγμα, δέν ἔχει λύσει παρά ἐλάχιστα ἀπὸ τὰ προβλήματα πού ἀντιμετωπίζει καί οἱ περισσότερες ἀπὸ αὐτές τίς λύσεις εἶναι ἀρκετά ἀτελεῖς. Ἡ θεωρία τοῦ Κοπέρνικου, ὡς τήν ἐποχὴ τοῦ Kepler, εἶχε μόλις καί μετὰ βίας βελτιώσει τίς προβλέψεις τοῦ Πτολεμαίου γιά τή θέση τῶν πλανητῶν. “Όσο καιρό ὁ Lavoisier ἔβλεπε τό ὄξυγόνο ὡς «τόν κατεξοχὴ ἀέρα», ἡ νέα του θεωρία κάθε ἄλλο παρά κατάφερνε νά ἀντιμετωπίσει τὰ προβλήματα πού δημιουργοῦσε ἡ πολλαπλότητα

των νέων αερίων, ένα σημείο πού ο Priestley τόνισε πολύ σωστά στην αντίθεσή του. Περιπτώσεις, όπως η λευκή κηλίδα του Fresnel είναι πάρα πολύ σπάνιες. Κατά κανόνα, μόνο πολύ αργότερα, και αφού τό νέο Παράδειγμα έχει ήδη αναπτυχθεί, έχει γίνει αποδεκτό και έχει εφαρμοστεί, προβάλλονται αποφασιστικά επιχειρήματα για τήν ορθότητά του —τό έκκρεμές του Foucault για νά αποδειχθεί ή περιστροφή τής Γής ή τό πείραμα του Fizeau για νά φανεί ότι τό φώς κινείται μέ μεγαλύτερη ταχύτητα στόν αέρα απ' ό,τι στό νερό. Η παραγωγή αυτών των επιχειρημάτων αποτελεί μέρος τής φυσιολογικής επιστήμης και ή λειτουργία τους δέν αναφέρεται στή διαμάχη Παραδειγμάτων αλλά στά μετεπαναστατικά κείμενα.

Πρίν γραφούν αυτά τά κείμενα, όταν ή διαμάχη βρίσκεται ακόμη σέ εξέλιξη, ή κατάσταση είναι πολύ διαφορετική. Συνήθως οι αντίπαλοι ενός νέου Παραδείγματος έχουν τό δικαίωμα νά ισχυριστούν ότι, ακόμη και στην περιοχή τής ίδιας τής κρίσης, είναι ελάχιστη ή υπεροχή του νέου απέναντι στό παραδοσιακό. Βέβαια, αντιμετώπιζει καλύτερα μερικά προβλήματα, έχει φανερώσει ορισμένες νέες κανονικότητες· υπάρχει όμως ή πιθανότητα νά αναδιαρθρωθεί μέ τέτοιο τρόπο τό παλιό Παράδειγμα, ώστε νά απαντήσει σ' αυτές τίς προκλήσεις, όπως έχει γίνει κι άλλες φορές στό παρελθόν. Τόσο τό γεωκεντρικό αστρονομικό σύστημα του Tycho Brahe όσο και μεταγενέστερες παραλλαγές τής φλογιστικής θεωρίας ήταν απαντήσεις σέ προκλήσεις πού δημιουργήθηκαν από τήν παρουσία ενός νέου υποψήφιου Παραδείγματος, και ήταν αρκετά επιτυχημένες και οι δύο¹⁶. Επιπλέον, οι υπερασπιστές τής παραδοσιακής θεωρίας και μεθόδου είναι σχεδόν πάντοτε σέ θέση νά επιστημάνουν προβλήματα πού τό νέο Παράδειγμα δέν έχει λύσει και πού γι' αυτούς δέν αποτελούν καν προβλήματα. Μέχρι νά γίνει ή ανακάλυψη τής σύνθεσης του ύδατος, ή καύση του υδρογόνου αποτελούσε ένα σοβαρό επιχείρημα υπέρ τής φλογιστικής θεωρίας και κατά τής θεωρίας του

16. Για τό σύστημα του Brahe πού ήταν γεωμετρικά έντελώς ισοδύναμο μέ του Κοπέρνικου, δές J.L. E. Dreyer, *A History of Astronomy from Thales to Kepler* (2η έκδ., New York, 1953), σ. 359-71. [Τό σύστημα του Brahe διατηρούσε τή Γή στό κέντρο του σύμπαντος, ό ήλιος περιφερόταν γύρω από τή Γή και όλοι οι άλλοι πλανήτες γύρω από τόν ήλιο. Ήταν επομένως προσπάθεια συμβιβασμού τής θεωρίας του Κοπέρνικου και των θρησκευτικών πεποιθήσεων τής εποχής] σ.τ.έ. Για τίς μεταγενέστερες παραλλαγές τής φλογιστικής θεωρίας και τήν επιτυχία τους, δές J.R. Partington και D. McKie, «Historical Studies of the Phlogiston Theory», *Annals of Science*, IV (1939), σ. 113-149.

Lavoisier. 'Αλλά και όταν η θεωρία του όξυγόνου είχε θριαμβεύσει, πάλι δέν μπορούσε νά εξηγήσει τήν παρασκευή ενός καύσιμου αέριου από τόν άνθρακα, ένα φαινόμενο πού οί όπαδοί του φλογιστοϋ τόνιζαν γιά νά στηρίξουν τήν άποψη τους¹⁷. 'Ακόμη και στήν περιοχή τής κρίσης, πολλές φορές ή διαφορά του επιχειρήματος άπ' τό άντεπιχείρημα είναι πραγματικά έλάχιστη. Καί έξω άπ' αύτήν τήν περιοχή, ή ζυγαριά συχνά κλίνει άποφασιστικά πρός τήν παραδοσιακή άποψη. 'Ο Κοπέρνικος είχε καταστρέψει μιά έρμηνεία τής επίγειας κίνησης καταξιωμένη από τό χρόνο, χωρίς νά τήν αντικαταστήσει· ό Newton έκανε τό ίδιο σέ μιά παλιότερη εξήγηση τής βαρύτητας, ό Lavoisier στίς κοινές ιδιότητες τών μετάλλων κ.ο.κ. Τελικά, άν ένα ύποψήφιο Παράδειγμα έπρεπε νά κριθεί εϋθύς έξ άρχής από στενοκέφαλους άνθρώπους, πού έξετάζουν μόνο τή συγκριτική ικανότητα στήν επίλυση γρίφων, τότε θά είχαμε έλάχιστες μεγάλες επαναστάσεις στίς έπιστήμες. "Αν προστεθοϋν μάλιστα τά άντίθετα επιχειρήματα πού γεννιοϋνται από αυτό πού όνομάσαμε προηγουμένως άσυμμετρότητα τών Παραδειγμάτων, δέ θά είχαμε καμιά άπολύτως επανάσταση.

Οί διαμάχες τών Παραδειγμάτων, ώστόσο, στήν πραγματικότητα δέν κρίνονται από τή συγκριτική ικανότητα επίλυσης γρίφων, άν και συνήθως έχουν κάθε λόγο νά εκφράζονται μέ τέτοιους όρους. 'Αντίθετα, τό ζήτημα είναι ποιό Παράδειγμα θά έπρεπε νά καθοδηγήσει μελλοντικά τήν έρευνα σέ προβλήματα, τά περισσότερα από τά όποια κανένας από τούς αντιπάλους δέν μπορεί άκόμη νά ισχυριστεί ότι τά έχει λύσει όριστικά. 'Η τελική άπόφαση άφορα έναλλακτικούς τρόπους άσκησης τής έπιστήμης και κάτω άπ' αυτές τίς συνθήκες, θά στηριχθεί όχι τόσο στίς έπιτεύξεις του παρελθόντος όσο στίς ύποσχέσεις του μέλλοντος. 'Εκείνος πού υιοθετεί ένα νέο Παράδειγμα, σέ μιά πρώιμη φάση, συχνά τό κάνει άγνοώντας τίς ένδείξεις τής επίλυσης γρίφων. Μ' άλλα λόγια, πρέπει νά πιστεύει ότι τό νέο Παράδειγμα θά επιτύχει νά λύσει τά πολλαπλά μεγάλα προβλήματα πού αντιμετωπίζει, γνωρίζοντας άπλως ότι τό παλιότερο Παράδειγμα έχει άποτύχει άπέναντι σέ λίγα. Μιά τέτοιου είδους άπόφαση μπορεί νά βασιστεί μόνο στήν πίστη.

17. Γιά τό πρόβλημα του ύδρογόνου, δέξ J.R. Partington, *A Short History of Chemistry* (2η έκδ., London, 1951), σ. 134. Γιά τό μονοξειδίο του άνθρακα, δέξ H. Kopp, *Geschichte der Chemie*, III (Braunschweig, 1845), σ. 294-296.

Αυτός είναι ένας από τους λόγους για τους οποίους η ύπαρξη κρίσης έχει τόσο μεγάλη σημασία. Οι επιστήμονες που δεν έχουν μιά τέτοια εμπειρία, πολύ σπάνια θά δεχτούν να άγνοήσουν τις ισχυρές ένδειξεις της επίλυσης γρίφων προκειμένου να ακολουθήσουν κάτι που μπορεί εύκολα να αποδειχτεί μιά χίμαιρα, και που όλοι τό αντιμετώπιζουν έτσι. 'Αλλά μόνη της ή κρίση δεν άρκει. Θα πρέπει να υπάρχει άκόμη μιά βάση, όχι ανάγκη όρθολογική ούτε σε τελευταία ανάλυση σωστή, που να στηρίζει την πίστη στο συγκεκριμένο ύποψήφιο που έχει επιλεγεί. Κάτι πρέπει να κάνει λίγους, τουλάχιστο, επιστήμονες να αισθάνονται ότι ή νέα πρόταση βρίσκεται στη σωστή κατεύθυνση και, μερικές φορές, κάτι τέτοιο γίνεται μόνο από προσωπικές και άποσπασματικές αισθητικές εκτιμήσεις. "Έχουν μεταστραφεί μ' αυτόν τόν τρόπο επιστήμονες, τή στιγμή που όλα σχεδόν τά κατάλληλα τεχνικά επιχειρήματα έδειχναν τόν αντίθετο δρόμο. "Όταν διατυπώθηκαν για πρώτη φορά, ούτε ή άστρονομική θεωρία του Κοπέρνικου ούτε ή θεωρία της ύλης του Broglie παρουσίαζαν πολλά άλλα σημαντικά στοιχεία έλξης. 'Ακόμη και σήμερα ή έλξη που εξασκεί ή γενική θεωρία της σχετικότητας του Einstein είναι κύρια αισθητικής φύσης, μιά γοητεία που ελάχιστοι άνθρωποι εκτός από τους μαθηματικούς μπορούν να νιώσουν.

Βέβαια αυτό δέ σημαίνει ότι τά νέα Παραδείγματα θριαμβεύουν τελικά εξαιτίας κάποιας μυστικιστικής αισθητικής. 'Αντίθετα, ελάχιστοι έγκαταλείπουν μιά παράδοση μόνο γι' αυτούς τους λόγους. Συχνά μάλιστα, άποδεικνύεται ότι κι αυτοί έκαναν λάθος. Τό ζήτημα όμως είναι ότι αν πρόκειται κάποτε να επικρατήσει ένα Παράδειγμα, πρέπει να κερδίσει κάποιους πρώτους ύποστηρικτές, αυτούς που θά τό αναπτύξουν σε τέτοιο σημείο ώστε να μπορούν να διατυπωθούν και να πολλαπλασιαστούν πρακτικά επιχειρήματα. Μεμονωμένο τό καθένα από αυτά τά επιχειρήματα δεν είναι ούτε τότε άποφασιστικό. 'Αφού βέβαια οι επιστήμονες είναι λογικοί άνθρωποι, τελικά κάποιο επιχείρημα θά πείσει τους περισσότερους. Δεν υπάρχει όμως κανένα μοναδικό επιχείρημα που μπορεί ή πρέπει να πείσει όλους. Πρόκειται περισσότερο για μιά προοδευτική μεταβολή στην κατανομή των προτιμήσεων του κλάδου παρά για μιά όμαδική μεταστροφή.

Στήν άρχή τό νέο ύποψήφιο Παράδειγμα θά έχει λίγους όπαδούς και, περιστασιακά, τά κίνητρα των όπαδών μπορεί να είναι ύποπτα. "Αν πάντως είναι ίκανοί, θά καταφέρουν να τό βελτιώσουν, θά έκμεταλλευτούν τις δυνατότητες του και θά

δείξουν τί σημαίνει νά είναι μέλος μιᾶς κοινότητας πού καθοδηγεῖται ἀπ' αὐτό. Καί μέ τόν καιρό, ἂν πρόκειται γιά Παράδειγμα πού ὁ προορισμός του εἶναι νά νικήσει, θά αὐξάνει ὁ ἀριθμός καί τό βάρος τῶν πειστικῶν ἐπιχειρημάτων. Ὅλο καί περισσότεροι ἐπιστήμονες τότε θά μεταστραφοῦν καί θά συνεχιστεῖ ἡ ἐκμετάλλευση τοῦ νέου Παραδείγματος. Θά πολλαπλασιαστεῖ βαθμιαῖα ὁ ἀριθμός τῶν πειραμάτων, τῶν ὀργάνων, τῶν ἄρθρων καί τῶν βιβλίων πού θά βασίζονται στό Παράδειγμα. Ἡ ἀποδοτικότητα τῆς νέας ὀπτικῆς θά πείσει ἀκόμη περισσότερους νά υἱοθετήσουν τό νέο τρόπο ἐξάσκησης τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης, ἕως ὅτου τελικά θά μείνουν ἀμετάπιστοι ἐλάχιστοι ἀπ' τοὺς πῖο ἡλικιωμένους. Δέν μποροῦμε ὅμως νά ποῦμε ὅτι κι αὐτοὶ ἔχουν ἄδικο. Ὁ ἱστορικός, βέβαια, μπορεῖ πάντοτε νά βρεῖ ὀρισμένους —ὅπως ὁ Priestely λ.χ.— πού ἀντιστάθηκαν πολύ περισσότερο ἀπ' ὅσο θά ἦταν λογικό, δέν ἔχει ὅμως ποτέ τό δικαίωμα νά ὑποστηρίξει ὅτι ἡ ἀντίστασή του ἦταν ἄλλογη ἢ ἀντιεπιστημονική. Τό περισσότερο πού ἐπιτρέπεται νά πεί εἶναι ὅτι αὐτός, πού συνεχίζει νά ἀνθίσταται καί ὅταν ἀκόμη ὀλόκληρος ὁ κλάδος του ἔχει μεταστραφεῖ, ἔχει αὐτόματα θέσει τόν ἑαυτό του ἐκτός ἐπιστήμης.

XIII. Πρόοδος μέσα από επαναστάσεις

Στίς προηγούμενες σελίδες, ή σχηματική περιγραφή τής επιστημονικής ανάπτυξης εφτασε ως εκεί πού ήταν δυνατό νά φτάσει σ' αυτό τό βιβλίο, χωρίς, παρόλα αυτά νά καταφέρει νά καταλήξει σ' ένα συμπέρασμα. "Αν ή περιγραφή αυτή έχει συλλάβει κάτι από τήν ουσιώδη δομή τής συνεχοῦς εξέλιξης τής επιστήμης, τότε ταυτόχρονα θά έχει θέσει ένα ιδιαίτερο πρόβλημα: Γιά ποιό λόγο ή θέσμιση, πού σκιαγραφήθηκε ως τώρα, θά ἔπρεπε νά κινεῖται σταθερά πρὸς τά μπρός μέ ένα τρόπο πού δέν ἀκολουθεῖ, λ.χ., ή τέχνη, ή πολιτική θεωρία ή ή φιλοσοφία; Γιατί ή πρόοδος ἀποτελεῖ σχεδόν ἀποκλειστικό προνόμιο τῶν δραστηριοτήτων πού ὀνομάζουμε επιστήμη; Στό κύριο σῶμα αὐτοῦ τοῦ βιβλίου ἀποφύγαμε τίς συνηθισμένες ἀπαντήσεις σ' αὐτό τό πρόβλημα. Πρέπει τώρα νά τελειώσουμε θέτονας τό ἐρώτημα ἄν εἶναι δυνατόν νά βρεθοῦν κάποιες ἄλλες ἱκανοποιητικές ἀπαντήσεις.

"Ἄς ἐπισημάνουμε, εὐθύς ἐξαρχῆς, ὅτι ένα μέρος τοῦ ἐρωτήματος έχει χαρακτήρα καθαρά σημασιολογικό. Ὁ ὅρος «ἐπιστήμη», ὡς ένα πολύ μεγάλο βαθμό, ἀποδίδεται σέ κλάδους πού, ὄντως, προοδεύουν μέ ἐμφανή τρόπο. Καθαρότερα ἀπό παντοῦ, αὐτό φαίνεται στίς ἐπανειλημμένες ἀντιδικίες γύρω ἀπ' τό ἄν κάποια σύγχρονη κοινωνική ἐπιστήμη εἶναι πράγματι μιά ἐπιστήμη. Αὐτές οἱ ἀντιδικίες μποροῦν νά θεωρηθοῦν ἀνάλογες μέ τίς ἀντιδικίες τῶν προ-Παραδειγματικῶν περιόδων σέ κλάδους, πού σήμερα χωρίς κανένα δισταγμό θά ὀνομάζαμε ἐπιστήμες. Ἐκ πρώτης ὄψεως, τό θέμα αὐτῶν τῶν συζητήσεων εἶναι ὁ ὀρισμός αὐτοῦ τοῦ ἐνοχλητικοῦ ὄρου. Ἰσχυρίζονται, λ.χ., ὅτι ή ψυχολογία εἶναι ἐπιστήμη, γιατί έχει αὐτό κι ἐκεῖνο τό χαρακτηριστικό. Κάποιοι ἄλλοι ἀντιλέγουν ὅτι αὐτά τά χαρακτηριστικά δέν εἶναι εἴτε ἀναγκαῖα εἴτε ἐπαρκή γιά νά κάνουν ἐπιστήμη κάποιο

πεδίο. Συχνά ξοδεύεται αρκετή ενέργεια, προκαλούνται μεγάλα πάθη και όποιος βρίσκεται έξω απ' τό πεδίο αδυνατεί νά καταλάβει τό γιατί. Είναι δυνατό, τόσα πολλά πράγματα νά εξαρτώνται από έναν όρισμό τής επιστήμης; Μπορεί ένας όρισμός νά πληροφορεί κάποιον γιά τό αν είναι ή όχι επιστήμονας; "Αν έτσι έχουν τά πράγματα, γιατί τότε οί φυσικοί επιστήμονες ή οί καλλιτέχνες δέν ανησυχούν γιά τόν όρισμό του όρου; "Αναπόφευκτα γεννιέται ή ύποψία ότι τό θέμα είναι πιό θεμελιώδες. "Ίσως νά τίθενται στην πραγματικότητα οί ακόλουθες ερωτήσεις: Γιατί τό πεδίο μου δέν καταφέρνει νά προχωρήσει μπροστά όπως, π.χ., ή φυσική; Ποιές αλλαγές στην τεχνική, στή μέθοδο ή στην ιδεολογία θά τό καθιστούσαν ικανό νά κάνει κάτι τέτοιο; "Η απάντηση, όμως, σ' αυτές τίς ερωτήσεις δέ θά εξαρτηθεί από μία συμφωνία πάνω σέ έναν όρισμό. "Εξάλλου, αν κρίνουμε απ' τό προηγούμενο τών φυσικών επιστημών, θά πάψουν νά αποτελούν πηγή προβληματισμού όχι, όταν βρεθεί ένας όρισμός, αλλά όταν οί ομάδες, πού τώρα άμφιβάλλουν γιά τήν ίδια τους τήν ύπόσταση, καταφέρουν νά φτάσουν σέ συμφωνία γιά τίς παλιότερες και τίς τωρινές τους επιτεύξεις. Είναι, ίσως, χαρακτηριστικό τό ότι οί οικονομολόγοι, λ.χ., συζητούν λιγότερο γιά τό αν ό κλάδος τους άποτελεί επιστήμη, απ' ό,τι οί ασχολούμενοι μέ άλλα πεδία τών κοινωνικών επιστημών. Αυτό όφείλεται στό ότι οί οικονομολόγοι γνωρίζουν τί είναι επιστήμη; "Η μήπως, εκείνο πού προέχει είναι μάλλον ή συμφωνία τους πάνω στην οικονομία;

Αυτό τό σημείο μάς όδηγεί σ' ένα συμπληρωματικό πού, χωρίς νά αναφέρεται πιά άπλως στην σημασία τών λέξεων, μπορεί νά βοηθήσει νά φανερωθούν οί στενοί δεσμοί πού συνδέουν τίς έννοιές μας γιά τήν επιστήμη και τήν πρόοδο. Για πολλούς αιώνες τόσο στην αρχαιότητα όσο και στην πρώιμη σύγχρονη Εύρώπη, ή ζωγραφική θεωρούνταν ή *κατεξοχή* συσσωρευτική δραστηριότητα. Σ' όλο αυτό τό διάστημα, υπέθεταν ότι ό σκοπός του καλλιτέχνη ήταν ή άναπαράσταση. Κριτικοί και ιστορικοί, όπως ό Pliny και ό Vasari, κατέγραψαν μέ σεβασμό τή σειρά τών επινοήσεων, από τή σμίκρυνση μέχρι τή φωτοσκίαση, πού είχαν κάνει δυνατή τήν ολοένα πιστότερη άναπαράσταση τής φύσης¹. Θά πρέπει όμως νά σημειωθεί ότι πρόκειται γιά εκείνα τά χρόνια —ιδιαίτερα κατά τή διάρκεια τής "Αναγέννησης— όπου τό σχίσμα

1. E.H. Gombrich, *Art and Illusion: A Study in the Psychology of Pictorial Representation* (New York, 1960), σ. 11-12.

ανάμεσα στίς επιστήμες καί τίς τέχνες γινόταν ελάχιστα αισθητό. Ὁ Leonardo εἶναι ἀπλῶς ἕνας ἀνάμεσα σέ πολλούς ἄλλους, πού κινούνταν μέ ἀπόλυτη ἐλευθερία ἀνάμεσα σέ πεδία, πού μόνο ἀργότερα ἔγιναν κατηγορηματικά διακριτά². Μάλιστα, ἀκόμη καί ὅταν σταμάτησε αὐτή ἡ μόνιμη ἀνταλλαγή, ὁ ὄρος «τέχνη» συνέχισε νά ἐφαρμόζεται τόσο στήν τεχνολογία καί στά χειρότεχνικά ἐπαγγέλματα, τά ὁποῖα θεωροῦνταν ἐπίσης ἐπιδεικτικά προόδου, ὅσο καί στή ζωγραφική καί τή γλυπτική. Μόνο ὅταν αὐτές οἱ τελευταῖες ἀποκήρυξαν μέ σαφήνεια τήν ἀναπαράσταση ὡς σκοπό τους καί ξανάρχισαν νά διδάσκονται ἀπό πρωτόγονα πρότυπα, τό σχίσμα, πού θεωροῦμε σήμερα πιά δεδομένο, ἄρχισε νά παίρνει κάπως τίς σημερινές του διαστάσεις. Ἀλλά ἀκόμη καί σήμερα, γιά νά ἀλλάξουμε ἄλλη μιά φορά χῶρο, ἕνα μέρος τῆς δυσκολίας μας νά διακρίνουμε τίς βαθιές διαφορές ἀνάμεσα σέ ἐπιστήμη καί τεχνολογία πρέπει νά συνδέεται μέ τό γεγονός ὅτι ἡ πρόοδος ἀποτελεῖ ἕνα ἐμφανές χαρακτηριστικό καί τῶν δύο.

Ὡστόσο, τό ὅτι τεινουμε νά θεωρήσουμε ἐπιστήμη κάθε τομέα ὅπου σημειώνεται πρόοδος, εἶναι ἕνα γεγονός πού μπορεῖ μόνο νά διαφωτίσει καί ὄχι νά ἐπιλύσει τή δυσκολία μας. Παραμένει προβληματική ἡ κατανόηση τοῦ γιατί θά πρέπει ἡ πρόοδος νά ἀποτελεῖ τόσο ἀξιοσημεῖωτο χαρακτηριστικό τῆς θέσμησης, πού καθοδηγεῖται ἀπό τίς τεχνικές καί τούς σκοπούς πού ἔχουμε περιγράψει. Τό ἐρώτημα αὐτό ἀποτελεῖται ἀπό πολλά ξεχωριστά ἐρωτήματα καί θά πρέπει νά τό ἐξετάσουμε μεμονωμένα. Πάντως, σέ ὄλες τίς περιπτώσεις, μέ μιά μόνο ἐξαίρεση, ἡ ἐπίλυση θά ἐξαρτηθεῖ ἐνμέρει ἀπό μιά ἀντιστροφή τοῦ κανονικοῦ τρόπου θέασης τῆς σχέσης ἀνάμεσα στήν ἐπιστημονική δραστηριότητα καί τήν κοινότητα πού τήν ἀσκεῖ. Θά πρέπει νά μάθουμε νά ἀναγνωρίζουμε ὡς αἷτια, αὐτά πού κατά κανόνα ἐκλαμβάνονταν ὡς συνέπειες. Ἐάν τό καταφέρουμε, τότε ἴσως νά φτάσουμε νά χαρακτηρίσουμε, ὡς ἕνα βαθμό, πλεονάζουσες τίς ἐκφράσεις «ἐπιστημονική πρόοδος» ἢ ἀκόμη «ἐπιστημονική ἀντικειμενικότητα». Στήν πραγματικότητα, μιά πλευρά τοῦ πλεονασμοῦ ἔχει ἤδη καταδεχτεῖ. Ἐνα πεδίο προοδεύει, ἐπειδή εἶναι μιά ἐπιστήμη ἢ εἶναι μιά ἐπιστήμη, ἀκριβῶς ἐπειδή προοδεύει;

Ἐάν ρωτήσουμε τώρα γιατί μιά θέσμηση, ὅπως ἡ φυσιολογική

2. Ὁ π., σ. 97 καί Giorgio de Santillana, «The Role of Art in the Scientific Renaissance» στό *Critical Problems in the History of Science*, ed. M. Clagett (Madison, Wis., 1959), σ. 33-65.

ἐπιστήμη θά ἔπρεπε νά προοδεύει καί ἄς ξεκινήσουμε ἐπαναλαμβάνοντας ὀρισμένα ἀπ' τά πιά ἐντυπωσιακά χαρακτηριστικά της. Κατά κανόνα, τά μέλη μιᾶς ὄριμης ἐπιστημονικῆς κοινότητας ἐργάζονται μέσα στά πλαίσια ἑνός μοναδικοῦ Παραδείγματος ἢ ἑνός στενά συνδεδεμένου συνόλου Παραδειγμάτων. Πολύ σπάνια, διαφορετικές ἐπιστημονικές κοινότητες διερευνοῦν τά ἴδια προβλήματα. Σ' αὐτές τίς ἐξαιρετικές περιπτώσεις, οἱ ὁμάδες ἀποδέχονται ὀρισμένα κοινά μείζονα Παραδείγματα. Τό ἀποτέλεσμα τῆς ἐπιτυχημένης δημιουργικῆς ἐργασίας, ἄν εἰδῶθεϊ ἀπ' τό ἐσωτερικό κάθε μεμονωμένης κοινότητας, εἴτε ἐπιστημόνων εἴτε μή ἐπιστημόνων, εἶναι πρόοδος. Πῶς θά μπορούσε νά ἦταν κάτι ἄλλο; Μόλις ἐπισημάναμε, λ.χ., ὅτι ὅσον καιρό οἱ καλλιτέχνες στόχευαν στήν ἀναπαράσταση, τόσο οἱ κριτικοί ὅσο καί οἱ ἱστορικοί ἐξιστοροῦσαν τήν πρόοδο τῆς καταφανοῦς ἐνοποιημένης ὁμάδας. "Ἄλλα πεδία δημιουργίας ἐμφάνιζαν παρόμοια πρόοδο. Ὁ θεολόγος πού διευκρινίζει τό δόγμα ἢ ὁ φιλόσοφος πού ἀναλύει τίς καντιανές ἐπιταγές συνεισφέρουν στήν πρόοδο, ἔστω κι ἄν πρόκειται γιά τήν πρόοδο τῆς ὁμάδας πού ἀσπάζεται τίς δικές τους συλλογιστικές βάσεις. Καμιά σοβαρή σχολή δέ θά ἀναγνώριζε μιᾶ μορφή ἐργασίας πού εἶναι μὲν μιᾶ δημιουργική ἐπιτυχία, ἀλλά δέν ἀποτελεῖ μιᾶ προσθήκη στή συλλογική ἐπίτευξη τῆς ὁμάδας. "Ἄν ἀμφιβάλλουμε, ὅπως κάνουν πολλοί, γιά τήν πρόοδο ἐξω-ἐπιστημονικῶν τομέων, δέν τό στηρίζουμε στό ὅτι οἱ μεμονωμένες σχολές δέν προοδεύουν. Μᾶλλον, στηριζόμαστε στό ὅτι ὑπάρχουν πάντοτε ἀντιμαχόμενες σχολές, καθεμίᾳ ἀπ' τίς ὁποῖες θέτει ἐπί μονίμου βάσεως σέ ἀμφισβήτηση τά βασικά θεμέλια τῶν ἄλλων σχολῶν. Αὐτός πού ὑποστηρίζει ὅτι ἡ φιλοσοφία, λ.χ., δέν ἔχει προοδεύσει καθόλου, τονίζει τό ὅτι ὑπάρχουν ἀκόμη ἀριστοτελικοί καί ὄχι τό ὅτι ὁ Ἀριστοτελισμός δέν κατάφερε νά προοδεύσει.

Ὡστόσο, οἱ ἀμφιβολίες γύρω ἀπ' τήν πρόοδο γεννιοῦνται καί γιά τίς ἴδιες τίς ἐπιστήμες. Σ' ὅλη τή διάρκεια τῆς προ-Παραδειγματικῆς περιόδου, ὁπότε συνυπάρχουν πολλές ἀντιμαχόμενες σχολές, εἶναι πολύ δύσκολο νά βροῦμε ἀποδείξεις προόδου ἐξω ἀπ' τά πλαίσια τῶν σχολῶν. Πρόκειται γιά ἐκείνη τήν περίοδο —ὅπως εἶδαμε στό κεφ. II— κατά τή διάρκεια τῆς ὁποίας τά ἄτομα ἀσκοῦν τήν ἐπιστήμη, ἀλλά τά ἀποτελέσματα τῆς δραστηριότητάς τους δέ συμβιβάζονται μέ μιᾶ ἐπιστήμη μέ τή σημερινή ἔννοια. Ἄλλά καί στίς περιόδους τῶν ἐπαναστάσεων, ὁπότε οἱ θεμελιώδεις ἀρχές ἑνός πεδίου εἶναι γιά μιᾶ ἀκόμη φορά ὑπό

ἀμφισβήτηση, ἐκφράζονται πολύ συχνά ἀμφιβολίες γιά τήν ἴδια τή δυνατότητα νά συνεχιστεῖ ἡ πρόοδος, ἄν υἱοθετηθεῖ κάποιο ἀπό τά ἀντιτιθέμενα Παραδείγματα. Ὅσοι ἀπέρριπταν τίς θεωρίες τοῦ Newton, διεκήρυσσαν ὅτι ἡ παραδοχή τῶν ἐμφυτων δυνάμεων θά ὀδηγοῦσε τήν ἐπιστήμη πίσω στό Μεσαίωνα. Ἐκεῖνοι πού ἀντιτίθενταν στή χημεία τοῦ Lavoisier, ὑποστήριζαν ὅτι ἡ ἀπόρριψη τῶν χημικῶν «ἀρχῶν» γιά χάρη τῶν ἐργαστηριακῶν στοιχείων ἰσοδυναμοῦσε μέ τήν ἀπόρριψη τῶν ὀλοκληρωμένων χημικῶν ἐρμηνειῶν καί τήν ὀχύρωση πίσω ἀπό ἕνα σκέτο ὄνομα. Ἐνα παρόμοιο αἶσθημα, ἐκφρασμένο ὡστόσο πῶ ἦπια, φαίνεται νά βρίσκεται πίσω ἀπ' τήν ἀντίθεση τοῦ Einstein, τοῦ Bohm καί ἄλλων, στήν κυρίαρχη πιθανολογική ἐρμηνεία τῆς κβαντικῆς μηχανικῆς. Τελικά λοιπόν, μόνο στίς περιόδους τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης, ἡ πρόοδος παρουσιάζεται βέβαιη καί ἐμφανής. Ὅμως, σ' αὐτές ἀκριβῶς τίς περιόδους, ἡ ἐπιστημονική κοινότητα δέ θά μπορούσε νά δεῖ διαφορετικά τά ἀποτελέσματα τῆς δουλειᾶς της.

Ὅσον ἀφορᾷ λοιπόν τή φυσιολογική ἐπιστήμη, ἕνα μέρος τῆς ἀπάντησης στό πρόβλημα τῆς προόδου βρίσκεται μπροστά στά μάτια μας. Ἡ ἐπιστημονική πρόοδος δέν εἶναι διαφορετικοῦ εἶδους ἀπό τίς προόδους ἄλλων τομέων· τό γεγονός ὅμως, ὅτι ἐδῶ δέν ὑπάρχουν, τίς περισσότερες φορές, ἀντιμαχόμενες σχολές, πού ἡ κάθε μιά θέτει ὑπό ἀμφισβήτηση τοὺς σκοποὺς καί τά κριτήρια τῆς ἄλλης, καθιστᾷ τήν πρόοδο μιᾶς φυσιολογικῆς ἐπιστημονικῆς κοινότητος πολύ περισσότερο ἐμφανή. Αὐτή, ὅμως εἶναι μόνο μιά πλευρά τῆς ἀπάντησης καί κατά κανένα τρόπο ἡ πῶ σημαντική. Ἐχουμε ἤδη ἐπισημάνει, λ.χ., ὅτι, μόλις ἡ ἀποδοχή ἐνός κοινοῦ Παραδείγματος ἀποδεσμεύσει τήν ἐπιστημονική κοινότητα ἀπό τήν ἀνάγκη νά ἐπανεξετάζει συνεχῶς τίς πρωταρχικές βάσεις της, τά μέλη αὐτῆς τῆς κοινότητος μποροῦν νά ἀφιερωθοῦν ἀποκλειστικά στά πῶ ἐκλεπτυσμένα καί ἐξειδικευμένα φαινόμενα πού τοὺς ἀπασχολοῦν. Χωρίς ἀμφιβολία, αὐτό πράγματι αὐξάνει καί τήν ἀποτελεσματικότητα καί τήν ἀποδοτικότητα μέ τήν ὁποία ἡ ὁμάδα ὡς σύνολο λύνει νέα προβλήματα. Ἄλλες πλευρές τῆς ἐπαγγελματικῆς ζωῆς στίς ἐπιστήμες αὐξάνουν ἀκόμη περισσότερο αὐτήν τήν εἰδική ἀποδοτικότητα.

Ὅρισμένες ἀπ' αὐτές εἶναι συνέπειες τῆς πρωτοφανοῦς ἀπομόνωσης τῶν ὄριμων ἐπιστημονικῶν κοινοτήτων ἀπό τίς ἀπαιτήσεις τοῦ ἀμύητου κοινοῦ καί τῆς καθημερινῆς ζωῆς. Ἡ ἀπομόνωση αὐτή δέν ἦταν ποτέ πλήρης —αὐτό πού μᾶς ἐνδιαφέρει ἐδῶ

είναι τὰ σχετικά μεγέθη. Ὡστόσο, δέν ὑπάρχει καμιά ἄλλη ἐπαγγελματική κοινότητα, ὅπου ἡ ἀτομική δημιουργική ἐργασία ἀπευθύνεται καί ἀξιολογεῖται τόσο ἀποκλειστικά ἀπό τὰ ἄλλα μέλη τῆς κοινότητος. Καί ὁ πῶς ἀπόκρυφος ποιητής καί ὁ πῶς ἀφαιρετικός θεολόγος ἐνδιαφέρεται πολύ περισσότερο ἀπό τόν ἐπιστήμονα γιά τή γνώμη τοῦ κοινοῦ πάνω στή δημιουργική του δουλειά, ἐνῶ ἐνδιαφέρεται μᾶλλον λιγότερο ἀπ' τόν ἐπιστήμονα γενικά γιά τήν ἐπιδοκιμασία. Αὐτή ἡ διαφοροποίηση ἔχει σημαντικές συνέπειες. Ἀκριβῶς ἐπειδή δουλεύει μόνο γιά ἓνα κοινό συναδέλφων, ἓνα κοινό πού μοιράζεται μαζί του τίς ἴδιες ἀξίες καί πεποιθήσεις, ὁ ἐπιστήμονας εἶναι σέ θέση νά θεωρήσει δεδομένο ἓνα συγκεκριμένο σύνολο ἀρχῶν. Δέ χρειάζεται νά ἀνησυχεῖ γιά τό τί θά σκεφτεῖ κάποια ἄλλη ὁμάδα ἢ σχολή καί μπορεῖ ἐπομένως νά τελειώνει μ' ἓνα πρόβλημα καί νά περνάει σ' ἓνα ἄλλο πῶς γρήγορα ἀπ' αὐτούς πού δουλεύουν γιά μιά λιγότερο μονολιθική ὁμάδα. Ἀκόμη πῶς σημαντικό εἶναι τό ὅτι ἡ ἀπομόνωση τῆς ἐπιστημονικῆς κοινότητος ἀπό τήν κοινωνία ἐπιτρέπει στόν ἐπιστήμονα νά συγκεντρώσει τήν προσοχή του σέ προβλήματα πού ἔχει κάθε λόγο νά πιστεύει ὅτι θά μπορέσει νά τὰ ἐπιλύσει. Ἀντίθετα μέ τό μηχανικό, πολλούς γιатρούς καί τούς περισσότερους θεολόγους, ὁ ἐπιστήμονας δέν εἶναι ἀναγκασμένος νά ἐπιλέξει προβλήματα πού ἀπαιτοῦν ἐπείγοντως λύση καί δέ λαμβάνει ὑπόψη του τὰ διαθέσιμα ἐργαλεῖα γιά τή λύση τους. Καί σ' αὐτό τό σημεῖο, εἶναι ἐνδεικτική ἡ ἀντίθεση ἀνάμεσα σέ εἰδικούς τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν καί σέ εἰδικούς πολλῶν κοινωνικῶν ἐπιστημῶν. Οἱ τελευταῖοι συχνά προσπαθοῦν, ἐνῶ οἱ πῶτοι δέν τό κάνουν σχεδόν ποτέ, νά ὑπερασπίσουν τήν ἐπιλογή ἑνός ἐρευνητικοῦ προβλήματος —λ.χ. τίς συνέπειες τῶν φυλετικῶν διακρίσεων ἢ τίς αἰτίες τοῦ κύκλου ἐπιχειρήσεων— κυρίως τονίζοντας τήν κοινωνική σπουδαιότητα πού θά εἶχε ἡ εὑρεση μιᾶς λύσης. Ποιά ὁμάδα, λοιπόν θά περιμενε κανεῖς νά λύνει μέ ταχύτερο ρυθμό τὰ προβλήματά της.

Οἱ συνέπειες τῆς ἀπομόνωσης, ἀπό τήν κυρίως κοινωνία πολλαπλασιάζονται ἀπό ἓνα ἄλλο χαρακτηριστικό τῆς ἐπαγγελματικῆς ἐπιστημονικῆς κοινότητος: τή φύση τῆς ἐκπαιδευτικῆς της μύησης. Στή μουσική, τίς γραφικές τέχνες καί τή λογοτεχνία, ὁ ἀσκούμενος ἐκπαιδεύεται ἀνατρέχοντας στά ἔργα ἄλλων καλλιτεχνῶν, κυρίως τῶν προγενέστερων. Τά ἐγχειρίδια, ἐκτός ἀπό ἀνθολογίες ἢ ὁδηγούς τῶν αὐθεντικῶν δημιουργιῶν, παίζουν

μόνο ένα δευτερεύοντα ρόλο. Στην ιστορία, τή φιλοσοφία και τις κοινωνικές επιστήμες, τό σύνολο τών έγγχειριδίων έχει μεγαλύτερη σημασία. 'Αλλά άκόμη και σ' αυτούς τούς τομείς, τά πρώτα μαθήματα περιλαμβάνουν παράλληλες άναγνώσεις τών άυθεντίκων πηγών, άπό τις όποιες ένα μέρος είναι οί «κλασικοί» τού τομέα και ένα άλλο οί σύγχρονες έρευνητικές καταγραφές πού οί έρευνητές δημοσιεύουν. Τό τελικό άποτέλεσμα είναι ότι οί σπουδαστής σ' έναν όποιοδήποτε άπ' αυτούς τούς κλάδους, είναι διαρκώς ένήμερος γιά τήν τεράστια ποικιλία τών προβλημάτων, τά όποία έπιχείρησαν νά λύσουν, στό πέραςμα τού χρόνου, τά μέλη τής μέλλουσας ομάδας του. 'Ακόμη πίο σημαντικό: βρίσκεται συνεχώς μπροστά σ' έναν αριθμό άντιτιθέμενων και άσύμμετρων λύσεων σ' αυτά τά προβλήματα, λύσεις πού θά πρέπει κάποτε νά αξιολογήσει ό ίδιος.

"Ας άντιπαραθέσουμε αύτήν τήν κατάσταση μ' εκείνη πού έπικρατεί στις σύγχρονες τουλάχιστο φυσικές επιστήμες. Σ' αυτούς τούς τομείς, ό σπουδαστής στηρίζεται κυρίως σέ έγγχειρίδια μέχρις ότου, στό τρίτο ή τέταρτο μεταπτυχιακό έτος, άρχίζει τή δική του έρευνα. Μάλιστα, πολλά προγράμματα σπουδών δέ ζητούν ούτε άπ' τούς μεταπτυχιακούς σπουδαστές νά έρχονται σέ έπαφή μέ έργασίες πού δέν έχουν γραφεί ειδικά γιά σπουδαστές. 'Εκείνα τά λίγα προγράμματα πού όντως καθορίζουν συμπληρωματική μελέτη έρευνητικών άρθρων και μονογραφιών, περιορίζουν αύτήν τήν ύποχρέωση στά πίο προχωρημένα στάδια και σέ ύλη πού άρχίζει λίγο πολύ εκεί πού σταματούν τά έγγχειρίδια. Μέχρι τά τελευταία στάδια τής εκπαίδευσης ενός επιστήμονα, τά έγγχειρίδια συστηματικά ύποκαθιστούν τις δημιουργικές επιστημονικές έργασίες, στις όποιες όφείλουν τήν ύπαρξή τους. 'Η άφοσίωση στά Παραδείγματα καθιστά δυνατή αύτή τήν εκπαιδευτική τεχνική· μέ δεδομένη, λοιπόν, αύτήν τήν άφοσίωση, έλάχιστοι επιστήμονες θά έπιθυμούσαν νά αλλάξει αύτή ή τεχνική. Γιατί, σέ τελευταία άνάλυση, θά έπρεπε οί σπουδαστές τής φυσικής λ.χ., νά διαβάζουν τά έργα τού Newton, τού Faraday, τού Einstein ή τού Schrödinger, άφού ό,τι χρειάζονται νά μάθουν γύρω άπ' αυτά τά έργα, άνακεφαλαιώνεται μέ πίο σύντομο, πίο άκριβή και πίο συστηματικό τρόπο σέ όρισμένα σύγχρονα έγγχειρίδια;

Χωρίς νά θέλουμε νά δικαιολογήσουμε τήν ύπερβολή στην όποία έχει κατά καιρούς φτάσει αύτός ό τύπος εκπαίδευσης, δέν μπορούμε παρά νά παραδεχτούμε ότι γενικά ύπήρξε πάρα πολύ

ἀποτελεσματικός. Βέβαια, πρόκειται γιά μιά περιορισμένη καί ἄκαμπτη παιδεία, ἴσως περισσότερο ἀπό κάθε ἄλλη, μέ τήν πιθανή ἐξαίρεση τῆς ὀρθόδοξης θεολογίας. Ἄλλά γιά τή φυσιολογική ἐπιστημονική δουλειά, γιά τήν ἐπίλυση γρίφων στό ἐσωτερικό τῆς παράδοσης πού καθορίζει τό ἐγχειρίδιο, ὁ ἐπιστήμονας εἶναι σχεδόν τέλεια προετοιμασμένος. Ἐπιπλέον, εἶναι σωστά ἐξοπλισμένος καί γιά μιά ἀκόμη ἀποστολή —τῆ γένεση τῶν σημαντικῶν κρίσεων, μέσα ἀπό τή φυσιολογική ἐπιστήμη. Φυσικά, ὅταν αὐτές ἐμφανίζονται, ὁ ἐπιστήμονας δέν εἶναι ἐξίσου καλά προετοιμασμένος. Ἄν καί οἱ παρατεταμένες κρίσεις φτάνουν νά ἐπιδροῦν στήν κατεύθυνση μιᾶς λιγότερο ἄκαμπτης ἐκπαιδευτικῆς πρακτικῆς, ὥστόσο εἶναι ἀλήθεια ὅτι ἡ ἐπιστημονική προπαρασκευή δέν ἔχει σχεδιαστεῖ γιά νά παράγει τούς ἐπιστήμονες πού θά ἀνακαλύψουν μέ εὐκολία μιά νέα προσέγγιση τῶν φαινομένων. Ἄπ' τή στιγμή, ὅμως, πού θά ἐμφανιστεῖ κάποιος προτείνοντας ἕνα νέο ὑποψήφιο Παράδειγμα —συνήθως κάποιος νέος ἐπιστήμονας στήν ἡλικία ἢ στόν τομέα αὐτόν— ἡ ἀπώλεια λόγω ἀκαμψίας βαραίνει μόνο τά ἄτομα. Ὅταν πιά ὑπάρξει ἡ γενιά μέσα στήν ὁποία συντελεῖται ἡ ἀλλαγῆ, δέν ἀποτελεῖ ἀντίφαση ἡ συνύπαρξη τῆς ἀκαμψίας μεμονωμένων ἀτόμων καί μιᾶς Κοινότητος πού μπορεῖ νά μεταπηδᾷ ἀπό Παράδειγμα σέ Παράδειγμα, ὅταν οἱ περιστάσεις τό ἀπαιτοῦν. Εἰδικότερα, δέν ὑπάρχει ἀντίφαση, ὅταν αὐτή ἡ ἴδια ἡ ἀκαμψία προικίζει τήν κοινότητα μ' ἕναν εὐαίσθητο δείκτη πού σημειώνει ὅτι κάτι πῆγε στραβά στό παρελθόν.

Στή φυσιολογική τῆς κατάσταση, λοιπόν, ἡ ἐπιστημονική κοινότητα εἶναι ἕνα τρομερά ἀποτελεσματικό ὄργανο γιά τή λύση ἐκείνων τῶν προβλημάτων καί γρίφων, πού τά Παραδείγματα τῆς καθορίζουν. Μάλιστα, τό ἀποτέλεσμα τῆς ἐπίλυσης αὐτῶν τῶν προβλημάτων πρέπει χωρίς ἀμφιβολία νά εἶναι πρόοδος. Δέν ὑπάρχει κανένα σκοτεινό σημεῖο σ' αὐτό. Ὡς ἐδῶ ὅμως τό δεῦτερο κύριο μέρος τοῦ προβλήματος τῆς προόδου στίς ἐπιστήμες ἔχει ἐλάχιστα διαφανεῖ. Πρέπει λοιπόν νά στραφοῦμε καί νά διερωτηθοῦμε γιά τήν πρόοδο μέσα ἀπό τήν ἰδιόρρυθμη ἐπιστήμη. Γιά ποιό λόγο θά πρέπει ἡ πρόοδος νά εἶναι τό ἐμφανές καθολικό ἐπακόλουθο ἀκόμη καί τῶν ἐπιστημονικῶν ἐπαναστάσεων; Γιά μιά ἀκόμη φορά, ἔχει πολλή σημασία ἡ ἐρώτηση, τί ἄλλο θά μπορούσε νά ἦταν τό ἀποτέλεσμα μιᾶς ἐπανάστασης. Οἱ ἐπαναστάσεις τελειώνουν μέ τήν ὀλοκληρωτική νίκη τοῦ ἑνός ἀπό τά δύο ἀντιμαχόμενα στρατόπεδα. Εἶναι δυνατό αὐτό τό στρατόπεδο νά παραδεχεῖτε ποτέ ὅτι ἡ νίκη του δέν ἀποτελεῖ ἀκριβῶς πρόοδο;

Αυτό θά ισοδυναμούσε με την παραδοχή ότι οι ίδιοι είχαν λάθος, ενώ οι αντίπαλοί τους δίκαιο. Τουλάχιστο γι' αυτούς, ή κατάληξη της επανάστασης οφείλει να είναι πρόοδος: και βρίσκονται σε τόσο πλεονεκτική θέση ώστε είναι σίγουρο ότι τα μελλοντικά μέλη της κοινότητάς τους θά κρίνουν την ιστορία του παρελθόντος με τον ίδιο τρόπο. Τό κεφ. XI περιέγραψε με κάθε λεπτομέρεια τις τεχνικές πού χρησιμοποιούνται γι' αυτόν τό σκοπό, και μόλις άναφερθήκαμε σε μιά άνάλογη πλευρά της επαγγελματικής ζωής τών επιστημόνων.

Όταν ή επιστημονική κοινότητα άποκηρύσσει ένα παλιό Παράδειγμα, ταυτόχρονα έγκαταλείπει τά περισσότερα βιβλία και άρθρα πού στήριζαν αυτό τό Παράδειγμα, θεωρώντας ότι τό θέμα έχει χάσει τή σημασία του γιά τούς επιστήμονες. Η επιστημονική εκπαίδευση δέ χρησιμοποιεί άνάλογους θεσμούς με τά μουσεια τέχνης ή τις βιβλιοθήκες τών κλασικών, και τό άποτέλεσμα είναι μιά συχνά ριζική διαστρέβλωση του παρελθόντος του κλάδου στό μυαλό του επιστήμονα. Περισσότερο άπό κάθε άλλον εργαζόμενο δημιουργικά, καταλήγει να θεωρεί ότι τό παρελθόν του κλάδου όδηγεί εδθύγραμμα στη σημερινή πλεονεκτική θέση. Με λίγα λόγια, καταλήγει να βλέπει πρόοδο. Δέν ύπάρχει καμία διαθέσιμη έναλλακτική λύση, όσον καιρό παραμένει στό έσωτερικό του τομέα αυτού.

Οί παρατηρήσεις αυτές μοιραία όδηγοϋν στό συμπέρασμα ότι τό μέλος μιās ώριμης επιστημονικής κοινότητας είναι, όπως ό τυπικός χαρακτήρας του 1984 του Orwell, τό θύμα μιās ιστορίας πού έχει ξαναγραφεί άπό τήν έξουσία. Καί όμως, μιά τέτοια εκτίμηση δέν είναι έντελώς λανθασμένη. Έκτός άπό κέρδη, ύπάρχουν και άπώλειες στις επιστημονικές επαναστάσεις, οί επιστήμονες όμως τείνουν να είναι ιδιαίτερα τυφλοί μπροστά στις άπώλειες³. Βέβαια, καμιά εξήγηση της προόδου μέσα άπό επαναστάσεις δέν μπορεί να σταματήσει έδω. Κάτι τέτοιο θά ύπονοούσε ότι στις επιστήμες ή δύναμη δημιουργεί δίκαιο, μιά διατύπωση πού δέ θά ήταν πάλι όλότελα λανθασμένη, αν δέν

3. Οί ιστορικοί της επιστήμης συναντοϋν συχνά αυτή τή στάση με μιά ιδιαίτερα έντυπωσιακή μορφή. Οί φοιτητές πού στρέφονται στην ιστορία τών επιστημών, προερχόμενοι άπό τις επιστήμες, τελικά άνταποκρίνονται καλύτερα στη διδασκαλία. Άλλά συνήθως είναι και οί πιά άπογοητευτικοί στό ξεκίνημα. Καθώς οί σπουδαστές της επιστήμης «γνωρίζουν τις σωστές άπαντήσεις» είναι ιδιαίτερα δύσκολο να τούς κάνεις ίκανούς να αναλύουν την παλιότερη επιστήμη στό δικό της λεξιλόγιο.

ἀποσιωπούσε τή φύση τῆς διαδικασίας καί τῆς αὐθεντίας μέσω τῶν ὁποίων γίνεται ἡ ἐπιλογή μεταξύ Παραδειγμάτων. Ἐάν κριτής τῶν ἀντιμαχόμενων Παραδειγμάτων ἦταν ἀποκλειστικά ἡ αὐθεντία, καί μάλιστα ἡ μή-ἐπαγγελματική αὐθεντία, ἡ κατάληξη αὐτῶν τῶν ἀντιθέσεων ἴσως νά ἦταν πάλι μιᾶ ἐπανάσταση, ἀλλά δέ θά ἦταν μιᾶ ἐπιστημονική ἐπανάσταση. Ἡ ἴδια ἡ ὑπαρξη τῆς ἐπιστήμης ἐξαρτᾶται ἀπό τό ὅτι ἡ ἐξουσία στήν ἐπιλογή τῶν Παραδειγμάτων παραχωρεῖται στά μέλη μιᾶς εἰδικῆς κοινότητας. Τό πόσο εἰδική πρέπει νά εἶναι αὐτή ἡ κοινότητα προκειμένου ἡ ἐπιστήμη νά ἐπιζήσει καί νά ἐξελιχτεῖ, εἶναι δυνατό νά φανεῖ ἀπό τόν τόσο διακριτικό ἔλεγχο τῆς ἀνθρωπότητας πάνω στήν ἐπιστημονική θέσμιση. Κάθε πολιτισμός, τοῦ ὁποίου ἔχουμε μαρτυρίες, διέθετε μιᾶ τεχνολογία, μιᾶ τέχνη, μιᾶ θρησκεία, ἕνα πολιτικό σύστημα, νόμους κ.ο.κ. Σ' ὀρισμένες περιπτώσεις, αὐτές οἱ πλευρές τοῦ πολιτισμοῦ ἦταν ἐξίσου ἀναπτυγμένες μέ τίς δικές μας. Μόνο ὅμως οἱ πολιτισμοί πού προέρχονται ἀπ' τήν Ἀρχαία Ἑλλάδα διέθεταν κάτι περισσότερο ἀπό ἐλάχιστα ἴχνη ἐπιστήμης. Τό σύνολο τῆς ἐπιστημονικῆς γνώσης εἶναι ἕνα προϊόν τῆς Εὐρώπης, στούς τελευταίους τέσσερις αἰῶνες. Κανένας ἄλλος τόπος καί καμιᾶ ἄλλη ἐποχή δέ στήριξε τίς τόσο εἰδικές αὐτές κοινότητες, ἀπ' τίς ὁποῖες προέρχεται ἡ ἐπιστημονική παραγωγικότητα.

Ποιά εἶναι τά οὐσιώδη χαρακτηριστικά αὐτῶν τῶν κοινοτήτων; Εἶναι προφανές ὅτι τό σημεῖο αὐτό χρειάζεται πολύ περισσότερη μελέτη καί γιά τήν ὥρα μπορούμε νά κάνουμε μόνο κάποιες ἀπόπειρες γενικεύσεων. Παρόλα αὐτά, ὀρισμένες ἀπό τίς προϋποθέσεις γιά τή συμμετοχή σέ μιᾶ ἐπαγγελματική ἐπιστημονική ὁμάδα εἶναι ξεκάθαρες. Ὁ ἐπιστήμονας πρέπει, λ.χ., νά ἀφοσιωθεῖ στή λύση προβλημάτων σχετικῶν μέ τή δομή τῆς φύσης. Ἐπιπλέον, ἐνῶ τό ἐνδιαφέρον του γιά τή φύση μπορεῖ νά εἶναι σφαιρικό, θά πρέπει τά προβλήματα, πάνω στά ὁποῖα ἐργάζεται, νά εἶναι προβλήματα λεπτομερειῶν. Ἀκόμη πῶς σημαντικό, οἱ λύσεις πού θά τόν ἱκανοποιήσουν δέν πρέπει νά εἶναι ἀπλῶς ἀτομικές, ἀλλά ἀντίθετα πρέπει νά γίνονται ἀποδεκτές ἀπό πολλούς. Ἡ ὁμάδα πού τίς δέχεται δέν εἶναι, ὠστόσο, ἕνα τυχαῖο δείγμα ἀπό τό σύνολο τῆς κοινωνίας, ἀλλά εἶναι ἡ αὐστηρά καθορισμένη κοινότητα τῶν ἰσότιμων ἐπιστημόνων. Ἐνας ἀπ' τοὺς ἰσχυρότερους, ἄγραφους ἀκόμη, κανόνες τῆς ἐπιστημονικῆς ζωῆς εἶναι ἡ ἀπαγόρευση τῆς προσφυγῆς, γιά ἐπιστημονικά θέματα, στήν κρατική ἡγεσία ἢ στό εὐρύ κοινό. Ἡ ἀναγνώριση

ὅτι ὑπάρχει μία μόνο ἀρμόδια ἐπιστημονική ομάδα καί ἡ ἀποδοχή τοῦ ρόλου της ὡς ἀποκλειστικοῦ κριτῆ τῶν ἐπαγγελματικῶν ἐπιτεύξεων ἔχει κι ἄλλες συνέπειες. Τά μέλη τῆς ομάδας, ὡς ἄτομα καί ἐξαιτίας τῆς κοινῆς τους ἐκπαίδευσης καί πείρας, θά πρέπει νά θεωροῦνται οἱ μοναδικοί κάτοχοι τῶν κανόνων τοῦ παιχνιδιοῦ ἢ μιᾶς ἰσοδύναμης βάσης κατηγορηματικῶν κρίσεων. Τό νά ἀμφισβητήσῃ κανεῖς ὅτι κατέχουν αὐτή τήν ἀξιολογική βάση θά σήμαινε ὅτι δέχεται τήν ὑπαρξη ἀσυμβίβαστων κριτηρίων ἀξιολόγησης τῶν ἐπιστημονικῶν ἐπιτεύξεων. Αὐτή ὅμως ἡ παραδοχή θά ὀδηγοῦσε μοιραῖα στό ἐρώτημα ἂν ἡ ἀλήθεια στίς ἐπιστήμες μπορεῖ νά εἶναι μόνο μία.

Ὁ μικρός αὐτός κατάλογος τῶν κοινῶν χαρακτηριστικῶν τῶν ἐπιστημονικῶν κοινοτήτων στηρίχτηκε ἀποκλειστικά στήν πρακτική τῆς φυσιολογικῆς ἐπιστήμης· κι αὐτό ἦταν τό σωστό, ἀφοῦ γι' αὐτήν ἀκριβῶς τῆ δραστηριότητα ἐκπαιδεύεται κατά κανόνα ὁ ἐπιστήμονας. Ἄς σημειωθεῖ, πάντως, ὅτι, παρά τό μικρό του μέγεθος, ὁ κατάλογος αὐτός ἀρκεῖ γιά νά τοποθετήσῃ αὐτές τίς κοινότητες σέ διαφορετική κατηγορία ἀπ' ὅλες τίς ἄλλες ἐπαγγελματικές ομάδες. Καί ἀκόμη, ὅτι, ἂν καί βασίζεται στή φυσιολογική ἐπιστήμη, ἐξηγεῖ καί πολλά εἰδικά χαρακτηριστικά τῆς ομάδας στή διάρκεια ἐπαναστάσεων καί ἰδιαίτερα στή διάρκεια τῆς διαμάχης τῶν Παραδειγμάτων. Ἔχουμε ἤδη ἐπισημάνει ὅτι μιᾶ τέτοια ομάδα θά πρέπει νά δεῖ μιᾶ Παραδειγματική ἀλλαγή ὡς πρόοδο. Μποροῦμε τώρα νά διαπιστώσουμε ὅτι αὐτή ἡ παρατήρηση αὐτοεπιβεβαιώνεται, σέ σημαντικό βαθμό. Ἡ ἐπιστημονική κοινότητα εἶναι ἕνα τρομερά ἀποδοτικό ὄργανο γιά τή μεγιστοποίηση τῆς ἀκρίβειας καί τοῦ ἀριθμοῦ τῶν προβλημάτων πού λύνονται μέσα ἀπ' τήν ἀλλαγή Παραδείγματος.

Καθώς μονάδα ἐπιστημονικῆς ἐπίτευξης εἶναι τό λυμένο πρόβλημα καί καθώς ἡ ομάδα γνωρίζει καλά ποιά προβλήματα ἔχουν ἤδη λυθεῖ, ἐλάχιστοι ἐπιστήμονες θά πειστοῦν εὐκολά νά υἱοθετήσουν μιᾶ ὀπτική, πού ἀμφισβητεῖ πολλές ἀπό τίς λύσεις τοῦ παρελθόντος. Θά πρέπει πρῶτα ἡ ἴδια ἡ φύση νά κλονίσῃ τήν ἐπαγγελματική σιγουριά, κάνοντας τίς παλιές ἐπιτεύξεις νά φαίνονται προβληματικές. Καί ὅμως, ἀκόμη κι ὅταν αὐτό συμβαίνει καί ὅταν ἔχει παρουσιαστῆ ἕνα νέο ὑποψήφιο Παράδειγμα, οἱ ἐπιστήμονες θά εἶναι πάλι ἀ πρόθυμοι νά τό υἱοθετήσουν, ἐκτός ἂν πειστοῦν ὅτι δύο πρωταρχικές προϋποθέσεις πληροῦνται: Πρώτη, τό νέο Παράδειγμα θά πρέπει νά

φαίνεται ικανό νά επιλύσει όρισμένα εκκρεμή καί καθολικά άναγνωρισμένα προβλήματα, πού δέν μποροῦν νά αντιμεωπιστοῦν μέ κανέναν άλλο τρόπο. Καί δεύτερη, θά πρέπει νά ύπόσχεται ότι θά διατηρήσει ένα σχετικά μεγάλο ποσοστό τῆς συγκεκριμένης ικανότητας επιλύσεως προβλημάτων, πού κέρδισε ἡ επιστήμη χάρη στά προηγούμενα Παραδείγματα. Ἡ καινοτομία γιά τήν καινοτομία δέν άποτελεῖ ζητούμενο στίς ἐπιστήμες, αντίθετα μέ τόσους άλλους τομεῖς δημιουργίας. Τό τελικό άποτέλεσμα είναι ότι, ἐνῶ τά νέα Παραδείγματα σπάνια ἤ ποτέ δέν κατέχουν όλες τίς ικανότητες τῶν προκατόχων τους, ώστόσο συνήθως, διατηροῦν ένα μεγάλο μέρος άπ' τίς πιό συγκεκριμένες πλευρές τῶν παλιῶν ἐπιτεύξεων καί πάντοτε ἐξάλλου ἐπιτρέπουν πρόσθετες συγκεκριμένες επιλύσεις προβλημάτων.

Ἐπιμένοντας σ' αὐτό, δέν ισχυριζόμαστε ότι ἡ ικανότητα ἐπίλυσης προβλημάτων είναι ἡ μοναδική ἤ μιá σαφής βάση γιά τήν ἐπιλογή Παραδείγματος. Ἐναφέραμε ἤδη πολλούς λόγους, γιά τούς όποίους δέν μπορεῖ νά ὑπάρξει ένα τέτοιο κριτήριο. Ἰσχυριζόμαστε ὅμως ότι μιá κοινότητα ειδικῶν ἐπιστημόνων θά κάνει ό,τι μπορεῖ γιά νά διασφαλίζει τή συνεχή αὔξηση ἐκείνων τῶν διαθέσιμων δεδομένων, πού εἶναι σέ θέση νά χειριστεῖ μέ ἀκρίβεια καί ὡς τήν παραμικρή λεπτομέρεια. Σ' αὐτή τή διαδικασία, ἡ κοινότητα θά ὑποστει ἀπώλειες. Συχνά, κάποια παλιά προβλήματα πρέπει νά ἐξαλειφθοῦν. Ἐπιπλέον, συνήθως ἡ ἐπανάσταση στενεύει τό φάσμα τῶν ἐπαγγελματικῶν ἐνασχολήσεων τῆς κοινότητας, αὔξάνει τό βάθος ἐξειδίκευσης καί ἐξασθενίζει τήν ἐπικοινωνία της μέ άλλες ομάδες, ἐπιστημονικές καί μή. Ἡ ἐπιστήμη, χωρίς ἀμφιβολία, μεγαλώνει σέ βάθος· δέν εἶναι σίγουρο, ὅμως, ότι μεγαλώνει ἀνάλογα καί σέ πλάτος. Ἡ αὔξηση σέ πλάτος, όταν συμβαίνει, ἐκδηλώνεται κυρίως μέ τόν πολλαπλασιασμό τῶν ἐπιστημονικῶν ειδικοτήτων, καί ὄχι μέ τήν αὔξηση τοῦ φάσματος μιᾶς μεμονωμένης ειδικότητας. Ὡστόσο, παρά τίς ἀπώλειες στίς ἐπιμέρους κοινότητες, ἡ φύση αὐτῶν τῶν κοινοτήτων προσφέρει στήν οὐσία μιá ἐγγύηση ότι τόσο ὁ κατάλογος τῶν προβλημάτων ὅσο καί ἡ ἀκρίβεια τῶν ἐπιμέρους λύσεων θά αὔξάνει συνεχῶς. Ἡ μᾶλλον, τήν προσφέρει στό βαθμό τουλάχιστο πού μπορεῖ νά ὑπάρξει κάποια τέτοια ἐγγύηση. Ποιό κριτήριο θά μποροῦσε νά ἦταν καλύτερο ἀπό τήν ἀπόφαση τῆς ἐπιστημονικῆς ομάδας;

Οἱ τελευταῖες παράγραφοι δείχνουν τήν κατεύθυνση, πρὸς τήν ὁποία πρέπει νά στραφοῦμε γιά νά βροῦμε μιá πιό

έκλεπτυσμένη λύση του προβλήματος της προόδου στις επιστήμες. Φαίνονται να προτείνουν ότι ή επιστημονική πρόοδος δεν είναι ακριβώς αυτό που θεωρούνταν ότι είναι. 'Αλλά ταυτόχρονα δείχνουν ότι μιά μορφή προόδου θά χαρακτηρίζει αναπόφευκτα την επιστημονική θέσμιση όσον καιρό μιά τέτοια θέσμιση εξακολουθεί να υπάρχει. "Άλλες μορφές προόδου δέ χρειάζονται στις επιστήμες. Για την ακρίβεια, θά πρέπει μάλλον να εγκαταλείψουμε την έκδηλη ή ύπονοούμενη αντίληψη ότι οι αλλαγές Παραδειγμάτων φέρνουν τους επιστήμονες και όσους στηρίζονται σ' αυτούς, όλοένα πιο κοντά στην αλήθεια.

Είναι πιά στιγμή να επισημάνουμε ότι, ως τις τελευταίες σελίδες, ο όρος «αλήθεια» χρησιμοποιήθηκε σ' αυτό τό βιβλίο μόνο μιά φορά, μεταφέροντας τά λόγια του Francis Bacon. 'Αλλά ακόμη και στις τελευταίες σελίδες, εμφανίστηκε μόνο ως πηγή της πεποίθησης του επιστήμονα ότι δεν μπορούν να συνυπάρχουν ασυμβίβαστοι κανόνες για την άσκηση της επιστήμης, παρά μόνο στη διάρκεια των επαναστάσεων, όποτε ή τάση του κλάδου είναι να απορρίψει όλες τις απόψεις εκτός από μιά. 'Η αναπτυξιακή διαδικασία που περιγράφηκε στο βιβλίο αυτό ήταν μιά διαδικασία εξέλιξης από κάποιες πρωτόγονες άφετηρίες —μιά διαδικασία, τά διαδοχικά στάδια της όποιας χαρακτηρίζονταν από μιά πληρέστερη, σέ λεπτομέρειες και σέ εκλέπτυνση κατανόηση της φύσης. 'Αλλά τίποτα άπ' όσα έχουν λεχθεί ή θά λεχθούν δεν την μετατρέπει σέ μιά διαδικασία προς ένα σκοπό. Χωρίς άμφιβολία, αυτό τό κενό θά ενόχλησε πολλούς άναγνώστες. Είμαστε όλοι βαθύτατα έθισμένοι σέ μιά εικόνα όπου ή επιστήμη, ως θέσμιση, όδηγεί σταθερά προς κάποιο σκοπό, έξαρχής καθορισμένο από τη φύση.

Χρειάζεται όμως ή ύπαρξη ενός τέτοιου σκοπού; Δεν μπορούμε να εξηγήσουμε και την ύπαρξη της επιστήμης και τις επιτυχίες της, μιλώντας μόνο για εξέλιξη από τό επίπεδο γνώσης της κοινότητας, σέ κάθε δεδομένη χρονική στιγμή; Μας βοηθά πραγματικά ή ύπόθεση ότι υπάρχει μιά πλήρης, αντικειμενική, άληθινή περιγραφή της φύσης και ότι τό ίδιο τό μέτρο της επιστημονικής επίτευξης είναι ο βαθμός, στον όποιο μας φέρνει πιο κοντά σ' αυτόν τον τελικό σκοπό; "Αν καταφέρουμε να μάθουμε να βάζουμε την εξέλιξη από αυτό που ήδη ξέρουμε στη θέση της εξέλιξης προς αυτό που επιθυμούμε να μάθουμε τότε ένας αριθμός ένοχλητικών προβλημάτων θά εξαφανιστεί στην πορεία. Κάπου σ' αυτόν τό λαβύρινθο, λ.χ., θά πρέπει να βρίσκεται

καί τό πρόβλημα τῆς ἐπαγωγῆς [induction].

Δέν εἶμαι, γιά τήν ὥρα, σέ θέση νά διερευνήσω λεπτομερειακά τίς συνέπειες τῆς ἐναλλακτικῆς αὐτῆς ἄποψης γιά τήν ἐπιστημονική ἀνέλιξη. Ἄλλά μπορούμε νά ἀναγνωρίσουμε ὅτι ἡ ἐννοιολογική μετατόπιση, πού προτείνεται ἐδῶ, θυμίζει τήν ἀλλαγὴ πού πραγματοποιήθηκε στή Δύση πρὶν ἀπὸ ἕναν περίπου αἰῶνα. Ὁ παραλληλισμός εἶναι ἰδιαίτερα χρήσιμος, γιατί καί στίς δύο περιπτώσεις τό κύριο ἐμπόδιο στή μετατόπιση ἦταν τό ἴδιο. Ὅταν ὁ Darwin δημοσίευσε γιά πρώτη φορά τή θεωρία τῆς ἐξέλιξης διὰ μέσου τῆς φυσικῆς ἐπιλογῆς, τό 1859, ἐκεῖνο πού ἐνόηλε περισσότερο πολλούς ἐπιστήμονες τοῦ κλάδου δέν ἦταν οὔτε ἡ ἐννοια τῆς ἀλλαγῆς τῶν εἰδῶν οὔτε ἡ πιθανή καταγωγή τοῦ ἀνθρώπου ἀπὸ τόν πίθηκο. Οἱ μαρτυρίες πρὸς τήν πλευρά τῆς ἐξέλιξης, συμπεριλαμβανομένης τῆς ἐξέλιξης τοῦ ἀνθρώπου, εἶχαν συσσωρευτεῖ ἀπὸ πολλές δεκαετίες, καί ἡ ἰδέα τῆς ἐξέλιξης εἶχε ἤδη προταθεῖ καί διαδοθεῖ εὐρέως. Ὑπῆρχε βέβαια καί ἐδῶ ἀντίσταση, ἰδίως ἀπὸ ὀρισμένες θρησκευτικές ὁμάδες, ὅμως αὐτό, σέ καμιά περίπτωση, δέν ἀποτέλεσε τή μεγαλύτερη δυσκολία πού ἀντιμετώπισαν οἱ δαρβινιστές. Ἡ μεγαλύτερη δυσκολία γεννήθηκε ἀπὸ μιά ἰδιαίτερα χαρακτηριστική ἰδέα τοῦ Darwin. Ὅλες οἱ γνωστές ἐξελικτικές θεωρίες πρὶν ἀπὸ τόν Darwin —δηλαδή τοῦ Lamarck, τοῦ Chambers, τοῦ Spencer καί τῶν Γερμανῶν *Naturphilosophen* [Φυσικῶν φιλοσόφων]— ὑπέθεταν ὅτι ἡ ἐξέλιξη εἶναι μιά διαδικασία πρὸς κάποιον σκοπό. Ἡ «ἰδέα» τοῦ ἀνθρώπου καί τῆς σημερινῆς πανίδας καί χλωρίδας θεωροῦνταν ὅτι ὑπῆρχε πάντοτε, ἀπ' τήν πρωταρχική δημιουργία τῆς ζωῆς, ἴσως στό πνεῦμα τοῦ Θεοῦ. Αὐτή ἡ ἰδέα ἢ αὐτό τό σχέδιο, εἶχε προσφέρει τήν κατεύθυνση καί τήν κινητήρια δύναμη στήν ὅλη διαδικασία ἐξέλιξης. Κάθε νέο στάδιο τῆς ἐξελικτικῆς ἀνάπτυξης ἦταν μιά πιό πιστή πραγμάτωση ἑνός σχεδίου, πού εἶχε προϋπάρξει ἀπ' τήν ἀρχή⁴.

Σύμφωνα μέ τή γνώμη πολλῶν, ἡ ἀπόρριψη αὐτῆς τῆς τελεολογικῆς μορφῆς ἐξέλιξης ὑπῆρξε ἡ πιό σημαντική καί ἡ λιγότερο εὐπρόσδεκτη ἀπὸ τίς προτάσεις τοῦ Darwin⁵. Ἡ Ἐξέλιξη τῶν εἰδῶν δέν ἀναγνώριζε κανένα σκοπό καθορισμένο εἴτε ἀπὸ

4. Loren Eiseley, *Darwin's Century: Evolution and the Men Who Discovered It* (New York, 1958), κεφ. ii, iv-v.

5. Γιά μιά ἰδιαίτερα ὀξυδερκή περιγραφή τῆς πάλης τῶν σπουδαιότερων δαρβινιστῶν μ' αὐτό τό πρόβλημα, δέξ Α. Hunter Dupree, *Asa Gray, 1810-1888* (Cambridge, Mass., 1959), σ. 295-306, 355-383.

τό Θεό είτε από τή φύση. Ἀντίθετα, ἡ φυσική ἐπιλογή, πού πραγματοποιεῖται στό δεδομένο περιβάλλον καί μέ τούς πραγματικούς δρῶντες ὀργανισμούς, ἦταν ὑπεύθυνη γιά τή βαθμιαία ἀλλά σταθερή ἐμφάνιση νέων ὀργανισμῶν, πιά ἀναπτυγμένων, πιά καλά διαρθρωμένων καί πολύ περισσότερο ἐξειδικευμένων. Ἀκόμη καί τά τέλεια προσαρμοσμένα ὄργανα, ὅπως τό μάτι καί τό χέρι τοῦ ἀνθρώπου — ὄργανα τῶν ὁποίων ἡ κατασκευή εἶχε στό παρελθόν χρησιμοποιηθεῖ ὡς ἰσχυρό ἐπιχείρημα γιά τήν ὑπαρξη ἑνός ὕψιστου σχεδιαστή καί ἑνός προϋπάρχοντος σχεδίου — θεωροῦνταν προϊόντα μιᾶς διαδικασίας πού κινοῦνταν σταθερά ἀπό τίς πρωταρχικές ἀφετηρίες ἀλλά πρὸς κανένα σκοπό. Ἡ πεποιθήση ὅτι ἡ φυσική ἐπιλογή, πού προέκυπτε ἀπό τόν ἴδιο τόν ἀγώνα τῶν ὀργανισμῶν γιά ἐπιβίωση, θά μπορούσε νά ἔχει παράγει τόν ἄνθρωπο, ὅπως καί τά πιά ἀνεπτυγμένα ζῶα, ἀποτέλεσε τήν πιά δύσκολη καί τήν πιά ἀνησυχητική πλευρά τῆς θεωρίας τοῦ Darwin. Τί θά μπορούσαν νά σημαίνουν οἱ ὄροι «ἐξέλιξη», «ἀνάπτυξη» καί «πρόοδος» χωρίς κάποιο συγκεκριμένο σκοπό; Ξαφνικά τέτοιο ὄροι ἄρχισαν νά φαίνονται σέ πολλούς ἀντιφατικοί.

Ἡ ἀναλογία ἀνάμεσα στήν ἐξέλιξη τῶν ὀργανισμῶν καί τήν ἐξέλιξη τῶν ἐπιστημονικῶν ιδέων μπορεῖ εὐκολά νά ἐπεκταθεῖ πάρα πολύ. Ἀλλά, γιά τίς ἀνάγκες αὐτοῦ τοῦ τελευταίου κεφαλαίου, εἶναι σχεδόν ὀλοκληρωμένη. Ἡ διαδικασία πού περιγράψαμε στό κεφ. XII, ὡς κατάληξη τῶν ἐπαναστάσεων, εἶναι ὁ ἀγώνας γιά τήν ἐπιλογή τοῦ καταλληλοτέρου τρόπου ἄσκησης τῆς μελλοντικῆς ἐπιστήμης, στά πλαίσια τῆς ἐπιστημονικῆς κοινότητας. Τό καθαρό κέρδος μιᾶς ἀκολουθίας τέτοιων ἐπαναστατικῶν ἐπιλογῶν, πού διακόπτεται ἀπό περιόδους φυσιολογικῆς ἔρευνας, εἶναι τό θαυμάσια προσαρμοσμένο σύνολο ὀργάνων πού ὀνομάζουμε σύγχρονη ἐπιστημονική γνώση. Τά διαδοχικά στάδια σ' αὐτήν τήν ἀναπτυξιακή διαδικασία χαρακτηρίζονται ἀπό μιὰ βελτίωση τῆς διάρθρωσης καί μιὰ αὐξηση τῆς ἐξειδίκευσης. Καί ἡ ὄλη διαδικασία ἔχει ξεδιπλωθεῖ — μέ τόν ἴδιο τρόπο πού ὑποθέτουμε τώρα ὅτι συνέβη στήν περίπτωση τῆς βιολογικῆς ἐξέλιξης — χωρίς τό προνόμιο ἑνός καθορισμένου σκοποῦ, μιᾶς μόνιμης, ἀμετάβλητης ἐπιστημονικῆς ἀλήθειας, πιστότερο ὑπόδειγμα τῆς ὁποίας θά ἦταν κάθε στάδιο στήν ἀνάπτυξη τῆς ἐπιστημονικῆς γνώσης.

Ὅποιος παρακολούθησε τή διαδοχή τῶν ἐπιχειρημάτων ὡς ἐδῶ, θά νιώσει πάντως τήν ἀνάγκη νά ρωτήσει πού ὀφείλεται

ή λειτουργικότητα της εξελικτικής διαδικασίας. Πώς πρέπει να είναι ή φύση και ο άνθρωπος που εμπεριέχεται σ' αυτήν, ώστε να υπάρχει ή δυνατότητα της επιστήμης; Πώς καταφέρνουν οι επιστημονικές κοινότητες να φτάνουν σε τόσο ακλόνητη ομοφωνία, απρόσιτη σε άλλα πεδία; Γιατί θά πρέπει ή ομοφωνία αυτή να διατηρείται στο πέρασμα απ' τό ξνα Παράδειγμα στο άλλο; Και γιατί θά έπρεπε ή άλλαγή Παραδείγματος να παράγει ξνα έργαλειο, από κάθε άποψη, τελειότερο σε σχέση με τά ήδη γνωστά; 'Από μιά πλευρά, αυτές οί έρωτήσεις, με την εξαίρεση της πρώτης έχουν ήδη άπαντηθεί. 'Αλλά από μιά άλλη πλευρά, παραμένουν τόσο άνοικτές όσο και πριν άρχίσει αυτό τό βιβλίο. Δέν είναι μόνο ή επιστημονική κοινότητα, που πρέπει να έχει ειδικό χαρακτήρα. Και ο ίδιος ο κόσμος, όπου ανήκει αυτή ή κοινότητα, πρέπει να έχει όρισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά: εξακολουθούμε όμως να τά άγνοούμε, τόσο τώρα στο τέλος του βιβλίου όσο και στην άρχή. Αυτό ώστόσο τό πρόβλημα — πώς πρέπει να είναι ο κόσμος, ώστε να μπορεί ο άνθρωπος να τον γνωρίσει—δέ δημιουργήθηκε απ' τό βιβλίο αυτό. 'Αντίθετα, είναι τόσο παλιό όσο και ή ίδια ή επιστήμη και παραμένει άναπάντητο. Δέ χρειάζεται όμως να άπαντηθεί έδω. Κάθε σύλληψη της φύσης που έναρμονίζεται με την ιδέα της αύξουσας ανάπτυξης [growth] της επιστήμης είναι άποδεδειγμένα συμβιβασιμη με την εξελικτική εικόνα της επιστήμης, που άναπτύχτηκε έδω. Και καθώς αυτή ή εικόνα έναρμονίζεται με την προσεκτική παρατήρηση της επιστημονικής ζωής, υπάρχουν ισχυρά επιχειρήματα για την υιοθέτησή της στίς προσπάθειες επίλυσης του πλήθους των προβλημάτων, που παραμένουν.

