

Με όριο το άπειρο

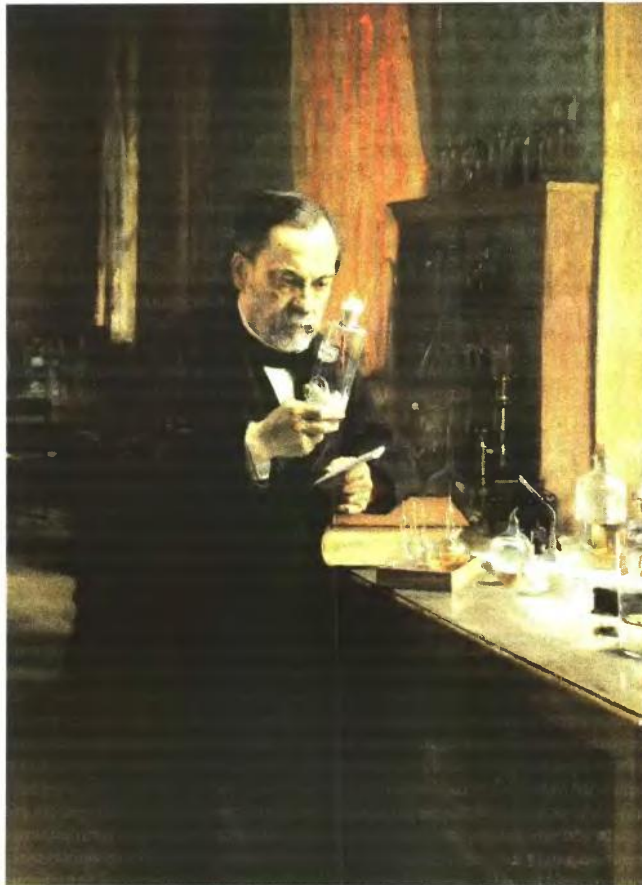
Από τον ΠΕΤΡΟ ΜΑΡΤΙΝΙΔΗ

Peter J. Bowler, Iwan Rhys Morus,
Η ιστορία της νεότερης επιστήμης.
Μια επισκόπηση, μτφρ. Βαρβάρα
Σπυροπούλου, επιμ. Θ. Αραμπατζής,
Φ. Παπανελοπούλου, Πανεπιστημιακές
Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο 2014,
σελ. 506

«Από τον 17ο αιώνα η επιστήμη αναπτύσσεται με εκθετικό ρυθμό και αυτό σημαίνει ότι 80 με 90% των επιστημόνων που έχουν ποτέ υπάρξει βρίσκονται εν ζωή σήμερα.»¹

Ντέρεκ ντε Σόλα Πράις

Η ιστορία της ανθρωπότητας δεν είναι μία αλλά δύο, αλληλοσυνδέόμενες. Είναι η ιστορία των σχέσεων των ανθρώπων με τους άλλους ανθρώπους και η ιστορία των σχέσεων των ανθρώπων με τα αντικείμενα. Στην πρώτη όλα επαναλαμβάνονται. Υπάρχουν μεταμορφώσεις, όχι οριστικές τομές, και οι πάντες παραμένουν σύγχρονοι των προγόνων τους. Ο Οδυσσεάς ενέπνευσε τον Βιργίλιο αλλά και τον Τζέιμς Τζόυς, οι αντιπαραθέσεις Αντιγόνης - Κρέοντα αφορούν και σύγχρονες κοινωνίες, ο Βούδας, ο Χριστός, ο Ιούλιος Καίσαρ ή ο Μέγας Ναπολέων ουδέποτε έχασαν πιστούς και θαυμαστές. Στη δεύτερη, την ιστορία των σχέσεων των ανθρώπων με τα αντικείμενα, το παρόν αποκόπτεται κάθε τόσο οριστικά από το παρελθόν. Υπάρχουν ουδοί, μετά τις οποίες τίποτε δεν ισχύει όπως πριν. Ο Αϊνστάιν δεν κινείται στο ίδιο σύμπαν με τον Πτολεμαίο, μετά τον Λαβουαζιέ δεν έμεινε φυσικός που να υπολογίζει έκλυση «φλογιστού» στα φαινόμενα καύσης, κανείς θεολόγος δεν προβάλλει τον ισχυρισμό πως η ηλικία της γης περιορι-



Αλμπερτ Έντελφελτ, *Ο Παστέρ στο εργαστήριό του*, 1885.

ζεται σε μερικές χιλιάδες χρόνια και μόνο φανατικοί της ομοιοπαθητικής καταφεύγουν σε καταπλάσματα για σοβαρές παθήσεις.

Τις διαδοχικές μετακινήσεις τέτοιων

ορίων παρουσιάζουν οι δυο συγγραφείς του βιβλίου (καθηγητές του πανεπιστημίου του Μπέλφαστ), διατρέχοντας την ιστορία της επιστήμης από την περίοδο του Μπαρόκ μέχρι την αυγή του 21ου

αιώνα². Πολύ μεθοδικά, η μελέτη τους χωρίζεται σε δύο μέρη. Το πρώτο, με τίτλο «επεισόδια από την ανάπτυξη της επιστήμης», εξετάζει την εξέλιξη των επιμέρους επιστημονικών κλάδων, από τη βιολογία μέχρι την κοσμολογία κι από τη μετατροπή των αλχημιστών σε χημικούς μέχρι την αναγνώριση πεδίων όπως της ψυχολογίας, της ανθρωπολογίας ή της κοινωνιολογίας ως αυτόνομων επιστημονικών κλάδων και ως «επιστημών του ανθρώπου». Στην παρουσίαση κάθε κλάδου υπάρχουν συναρπαστικές αναφορές στην όποια προϊστορία του, κατά την αρχαιότητα, τον Μεσαίωνα και την Αναγέννηση, αλλά η έμφαση παντού είναι στο τι γίνεται μετά τον 17ο αιώνα· όταν οι συστηματικοί πειραματισμοί θέτουν σε δοκιμασίες τα θεωρητικά μοντέλα και εγείρουν αξιώσεις ολοένα μεγαλύτερης αντικειμενικότητας. Το δεύτερο μέρος, με τίτλο «θέματα από την ιστορία της επιστήμης», εκθέτει κατ' ουσίαν τις πιο κρίσιμες διασυνδέσεις της ιστορίας των σχέσεων των ανθρώπων με τα αντικείμενα με εκείνη των σχέσεων τους με τους άλλους ανθρώπους: «επιστήμη και θρησκεία», «επιστήμη και πόλεμος», «βιολογία και ιδεολογία» ή «επιστήμη και φύλο» είναι μερικά από θέματα που οι δυο συγγραφείς προσεγγίζουν με την ίδια μεθοδικότητα και με ιδιαίτερη ευαισθησία.

Για τον καθένα βέβαια, όταν ταξιδεύει, επικοινωνεί, εξοπλίζει σπίτι ή, κυρίως, όταν αντιμετωπίζει προβλήματα υγείας, πρωταρχική σημασία έχει η επικαιρότητα της επιστήμης, η τελευταία λέξη των τεχνικών επιτευγμάτων της – όχι η ιστορία της. Κι ενώ δύσκολα γίνεται κάποιος σπουδαστής καλλιτέχνης εάν αγνοεί το παρελθόν της τέχνης, για να γίνει σπουδαστής επιστήμων αρκεί να ελέγχει τις πλέον πρόσφατες κατακτήσεις του κλάδου του. Αλλά για τον οποιονδήποτε φιλομαθή αναγνώστη, η ιστο-

ρία της επιστήμης μπορεί να καταστεί το ίδιο ή και περισσότερο ενδιαφέρουσα από την ιστορία της τέχνης, καθώς η εξέλιξη της λογικής κατανόησης του κόσμου παραμένει για τον καθένα μας κρισιμότερη από την εξέλιξη των ευρημάτων με τα οποία αντιμετωπίζουμε τις αντιζηλιότητες του.

Αντίθετα πάντως με την ιστορία της τέχνης, που από την εποχή του Βαζάρι ή και του Πλίνιου διέτρεχε κι εξακολουθεί να διατρέχει βίους καλλιτεχνών και καλλιτεχνικά ρεύματα, τονίζοντας άλλοτε τη μεγαλοφύα των μεν και άλλοτε τις ιδιοτυπίες των δε, η ιστορία της επιστήμης σηματοδότηκε εξαρχής από μίαν αντίθεση. Την αντίθεση μεταξύ διαρκούς πολιορκίας της αντικειμενικότητας και μονίμως λανθάνοντος υποκειμενισμού, μεταξύ πειραματικά ελεγχόμενης εγκυρότητας της κάθε θεωρίας και αποδοχής του θαυματουργικού ή του ανεξήγητου.

Οι ριζοσπάστες στοχαστές του Διαφωτισμού διακήρυξαν πρώτοι τη δύναμη της ανθρώπινης λογικής να αποτινάσσει τις προκαταλήψεις και να τείνει σε μια ολοένα πληρέστερη γνώση του κόσμου, η οποία θα βελτιώνει και την κοινωνία. Έκαναν έτσι σημαία τους τον Γαλιλαίο και τη ρήξη του με την εκκλησία, όπως τον Νικόλαο Κοπέρνικο και τον Ανδρέα Βεσάλιο, που την ίδια ακριβώς χρονιά (1543) ο ένας αναγνώριζε τις κινήσεις των άστρων κι ο άλλος εντυφούσε στο εσωτερικό του ανθρώπινου σώματος¹. Αποσιωπούσαν όμως το γεγονός πως ο μέγας θεμελιωτής της νεότερης επιστήμης, ο Ισαάκ Νεύτων, διατύπωνε τους νόμους της βαρύτητας ενώ δεν έπαυε να ασχολείται με τη μαγεία και την αλχημεία. Ομοίως, στον 19ο αιώνα, οι ίδιοι στοχαστές που προσδιόριζαν την επιστημονική πρόοδο ως αυστηρό έλεγχο νέων θεωρητικών υποθέσεων μέσω της παρατήρησης και του πειράματος, υπερασπιζόνταν την ύπαρξη φαινομένων που εξηγούνται μόνο ως αποτελέσματα θεικής παρέμβασης, μιλούσαν για «qualitates occultae» – σκοτεινές ιδιότητες της ύλης – και καταδικάζαν τον δαρβινισμό γιατί αντικαθιστούσε το θείο θάγμα με τη φυσική εξέλιξη.

Αυτή η εμμονή στη διάσωση του υπερβατικού και του ανεξήγητου, παρά τις θεαματικές όσο και θανάσιμες (στην περίπτωση της διάσπασης του ατόμου) επιτυχίες των επιστημονικών εφαρμογών, συνέχισε να διχάζει ιστορικούς της επιστήμης και φιλοσόφους του 20ού αιώνα. Μολονότι στα τέλη της δεκαετίας του 1950 ο Καρλ Πόπερ πρόσφερε, με το βιβλίο του για τη *Λογική της επιστημονικής ανακάλυψης*², ένα εξαίρετικό κριτήριο επιστημονικής αντικειμενικότητας, η αρχική αντίθεση δεν έληξε. Το κριτήριο



«Επιστημονικοί ερευνητές», 1802. Έργο του Τζέιμς Γκίλκράϊ με το οποίο σατιρίζονταν τα πειράματα πνευματικής χημείας στο Βασιλικό Ινστιτούτο. Εθνική Πνακοθήκη Πορτρέτων του Λονδίνου.

του Πόπερ ήταν η *διαψευσιμότητα* (falsifiability). Είναι επιστημονικό ό,τι είναι έκθετο στη διάψευση και άρα υποχρεωμένο να αντικατασταθεί από μια καλύτερη σειρά υποθέσεων – μίαν άλλη θεωρία, που θα παραμένει έγκυρη μέχρις ότου καταρριφθεί και αντικατασταθεί σε μια επόμενη φάση δοκιμασιών της. Προϋπόθεση όμως, για να λειτουργήσει το κριτήριο του Πόπερ, είναι η μονίμως αγαθή προαίρεση των επιστημόνων, να αποδεχθούν την ανατροπή θεωριών στις οποίες στήριξαν φήμη και σταδιοδρομίες. Κι αυτό, δυστυχώς, δεν επιβεβαιώνεται ιστορικά. Η πλειονότητα των επιστημόνων αποδεικνύεται συχνά απρόθυμη ή και έκδηλα εχθρική σε σχετικά ενδεχόμενα, προτιμώντας να επινοεί επιχειρήματα που αναβάλλουν τη διάψευση των ισχυρισμών των θεωριών.

Σε αυτή τη διαπίστωση, νομίζω, βασίστηκε η μελέτη του Τόμας Κουν για τη *Δομή των επιστημονικών επαναστάσεων*³. Μελέτη η οποία αναστάτωσε την ιστορία της επιστήμης και προκάλεσε ένα ειδικό, διεθνές σενδριό στο Λονδίνο του 1965, για την *Κριτική και την Ανάπτυξη της Γνώσης*⁴. Σε αναλογία με την «διαψευσιμότητα» του Πόπερ, ο Κουν εισήγαγε την έννοια του επιστημονικού «παραδείγματος» (paradigm), δηλαδή του συνόλου των αξιών και των τεχνικών που η διεθνής κοινότητα των επιστημόνων αναγνωρίζει κι επιμένει να

περιώζει, μέχρις ότου οι ανωμαλίες που παρατηρούνται να μη βρίσκουν άλλα τεκμήρια δικαίωσης και να αναγκάσουν σε αλλαγή «παραδείγματος». Αντικειμενικό και αληθινό συνενός, για τον Κουν, είναι αυτό στο οποίο συμφωνούν μεταξύ τους οι επιστήμονες της κάθε περιόδου.

Προϋπόθεση όμως, και εδώ, είναι να μπορούν οι επιστήμονες να συγκρίνουν τα πειραματικά τους τεκμήρια και να συνομιλούν σε κοινά γνωστικά πλαίσια, δηλαδή να βρίσκονται σε «συμβατότητα» (commensurability). Εάν βάση σύγκρισης γι' αυτά τα πλαίσια δεν υπάρχει, έχουμε μίαν «ασυμβατότητα» (incommensurability), η οποία εμποδίζει την κατάρριψη μιας θεωρίας από μια νέα, πληρέστερη. Παίζοντας με αυτές τις έννοιες του Κουν, στα μέσα του 1970, ο Πάουλ Φέγεραμπεντ εισηγήθηκε ένα είδος επιστημολογικής αναρχίας, με το βιβλίο του *Κατά της μεθόδου*⁵. Κατ' αυτόν, όλες οι επιστημονικές θεωρίες είναι ατελείς προσεγγίσεις της πραγματικότητας και καμιά δεν δικαιούται να ακυρώνει προηγούμενες, αφού ποτέ, π.χ., δεν έπαψαν οι ναυτικοί να βρίσκουν την πορεία τους από τις θέσεις των αστεριών, στο πολεμικό όσο και στο ναυτικό σύμπαν, κι αφού η χειροπρακτική εξακολουθεί να επιτυγχάνει όχι λιγότερες θεραπείες από τις σύγχρονες τεχνικές της ορθοπεδικής.

Για τον Κουν, λοιπόν, υπάρχει επιστή-

μη – η συμβατική του κυρίαρχου σε κάθε περίοδο «παραδείγματος» – αλλά δεν υπάρχει αλήθεια – ενώ για τον Φέγεραμπεντ υπάρχει αλήθεια αλλά δεν υπάρχει επιστήμη αφού, όπως ο ίδιος δήλωνε, «anything goes»! Καμιά επιστημονική αντίληψη δεν καθίσταται οριστικά παρωχημένη και η αλήθεια οφείλει να σέβεται όλες τις προσεγγίσεις της, όπως ένα κομμάτι κράτος τις θρησκευτικές πίστεις⁶. Στο ξεκίνημα του μεταμοντερνισμού, τις δεκαετίες του 1960 και 1970, τέτοιου είδους προβληματικές κατέληξαν να εννοούν το να συμβαδίζει η ανάπτυξη των διαστημικών ταξιδιών ή της μοριακής βιολογίας με την ανάπτυξη των αστρολογικών προβλέψεων ή του ξεματίσματος. Θέτοντας έτσι σε αμφισβήτηση το αν πράγματι υπάρχουν τομές στην εξέλιξη της επιστήμης, μετά τις οποίες κάποιες πρακτικές έχουν μόνο ιστορικό ενδιαφέρον.

Ηα μπορούσα να πω ότι αυτό ακριβώς το λεπτό ζύγισμα, ζύγισμα μεταξύ σταδιακών κατακτήσεων της επιστήμης και παρατεταμένης εμμονής στο ανεξήγητο, παρουσιάζει το βιβλίο των Μπόουλερ και Ρυκ Μόρους. Περίεργως, οι συγγραφείς δεν κάνουν καμία αναφορά στον Φέγεραμπεντ, και τοις πολλές ευκαιρίες θίγουν απόψεις σαν τις δικές του. Όπως, επίσης,

δεν κάνουν καμία αναφορά στον Γκαστόν Μπασελάρ και τις απόψεις του περί «επιστημολογικών εμποδίων» κατά τη μετάβαση από την κοινή στην επιστημονική γνώση¹⁰, καίτοι αφθονούν οι αναφορές τους σε άλλους γάλλους φιλοσόφους των επιστημών (σύγχρονους του Μπασελάρ, όπως ο Αλεξάντρ Κουρέ, ή μαθητές του, όπως ο Μισέλ Φουκώ). Η πιο κρίσιμη παράλειψη πάντως είναι, κατά τη γνώμη μου, εκείνη του Ρίτσαρντ Ντάνκινς¹¹ στο περί επιστήμης και θρησκείας κεφάλαιο. Κι αυτό δείχνει, ίσως, ότι το βιβλίο θέλει να κρατήσει κάποιες ισορροπίες στο «ζύγισμα» βεβαιωτήτων και αμφιβολιών κατά την εξέλιξη της επιστήμης, καθώς και να κρατηθεί στην πολιτική ορθότητα.

Σωστή τακτική, ως ένα βαθμό. Εύκολα εξοκείλει κανείς στην υπεροψία, εάν αρχίσει να αξιολογεί ερμηνευτικά σχήματα και θεωρίες του παρελθόντος με τις γνώσεις του σήμερα. Αλλά είναι άλλο πράγμα να εκθέτεις με σεβασμό τις έρευνες για τον «φωτοφόρο αιθέρα» και τις ιδιότητές του, μέχρι να ανατραπούν οριστικά από τις νέες θεωρίες της σχετικότητας και της κβαντομηχανικής (βλ. σ. 239-58), και άλλο να εκθέτεις με τον ίδιο σεβασμό τις απόψεις φεμινιστριών ιστορικών της επιστήμης, οι οποίες υποστηρίζουν τη διάκριση ανάμεσα σε *ανδρική* (ορθολογική, αφηρημένη κι ανταγωνιστική) επιστημονική προσέγγιση της φύσης και σε *γυναικεία* (διαισθητική, πρακτική και συνεργατική) προσέγγιση (βλ. σ. 477-79). Ακόμα, είναι άλλο πράγμα να περιγράφεις τις προσπάθειες να κατανοηθεί κατά πόσο η νοητική δραστηριότητα συνιστά απλό υποπροϊόν της φυσικής ή κατά πόσο ο νοητικός κόσμος δεν ανάγεται στον φυσικό, καθώς τον υπερβαίνει, και άλλο να εκθέτεις τις ποικίλες εκδοχές περί κληρονομικότητας ή μη κληρονομικότητας των επικτητών χαρακτηριστικών (από την «ευγονική» και τη «φρενολογία» μέχρι τον «κοινωνικό δαρβινισμό»), σχολιάζοντας σε λιγότερο από μία παράγραφο (βλ. σ. 411) το ανθρωπιστικό κόστος αυτών των θεωριών. Κόστος το οποίο πλήρωσαν εκατομμύρια άνθρωποι, με τη δικαίωση του ρασιισμού μέσα στην αποικιοκρατία ή με τα «ιατρικά» πειράματα εξόντωσης στα ναζιστικά στρατόπεδα.

Θέλω να πω ότι για να είναι μεθοδική και αδογματιστή μια «επισκόπηση της νεότερης επιστήμης» δεν αρκεί να επισημάνει πως «τα θεμέλια της επιστημονικής γνώσης δεν είναι αξιολογικά ουδέτερα» (σ. 3), προσπερνώντας τις φρικαλεότητες που διαπράχθηκαν με τη βεβαιότητα ότι υπηρετούν επιστημονικές αρχές και ερευνητικά κριτήρια. Από την άλλη μεριά, βέβαια, ισχύει πάντα το ότι «η επιστήμη μπορεί να επικαλείται τα αντικειμενικά τεκμήρια μόνο μέσα σε ένα



Ο Τζέιμς Ουότσον και ο Φράνσις Κρικ παρουσιάζουν το μοντέλο της διπλής έλικας της δομής του DNA στο εργαστήριο Κάβεντις το 1953.

πλαίσιο που ορίζεται από το κοινωνικό της περιβάλλον» (σ. 484). Συνεπώς, εάν έπρεπε οπωσδήποτε να αποφεύγονται τέτοιες εκτροπές, μπορεί και να είχαμε μείνει χωρίς επιστήμες.

Το 1930 ο Αϊνστάιν επισκέφθηκε το διάσημο αστροσκοπείο του όρους Ουίλσον, συνοδευόμενος από τη σύζυγό του. Κάποιοι ανέλαβαν να ξεναγήσουν την κυρία Αϊνστάιν, εξηγώντας της πως το τεράστιο τηλεσκόπιο εξυπηρετούσε το να ανακαλυφθεί η δομή του σύμπαντος. «Ε, λοιπόν», λέγεται ότι σχολίασε η Έλσα Αϊνστάιν, «ο άντρας μου αυτό το κάνει πάνω σ' έναν παλιό φάκελο αλληλογραφίας! Μπορεί πράγματι ο Αϊνστάιν να συνέλαβε τη δομή του σύμπαντος σε έναν παλιό φάκελο αλληλογραφίας, αλλά οι δοκιμές των θεωρητικών συλλήψεων απαιτούν τώρα πα ολόενα και μεγαλύτερης κλίμακας εγκαταστάσεις. (Με επιταχυντές σωματιδίων, λ.χ., οι οποίοι καταλαμβάνουν εκτάσεις πολλών τετραγωνικών χιλιομέτρων). Επόμενο είναι, έτσι, η γνώση να προωθείται σε συνδυασμό με τα αξιακά συστήματα των στρατιωτικο-βιομηχανικών συμπλεγμάτων που τη χρηματοδοτούν. Αλλά αυτό που προκύπτει, ανεξάρτητα από το αξιακό πλαίσιο, είναι πολύ συχνά μια γνήσια σχετικότητα με το πώς φερόταν ο Ευκλείδης στους δούλους του, ενώ οι τεχνολογίες για τον εντοπισμό πυρηνικών υποβρυχίων, κατά τον Ψυχρό Πόλεμο, έδωσαν την εικόνα του θαλάσσιου πυθμένα

σε μεγάλα βάθη και αποδείχθηκαν κρίσιμες για την εμφάνιση της νεότερης θεωρίας των τεκτονικών πλακών.

Συμπληρώνοντας την αρχική μου επισήμανση για τη διπλή ανθρωπινή ιστορία – των σχέσεων ανθρώπων-ανθρώπων και των σχέσεων ανθρώπων-αντικειμένων – θα πρέπει να επισημάνω ότι, καταφανώς, στις μεταξύ των ανθρώπων σχέσεις μεσολαμβάνονται (από τα δώρα που ανταλλάσσουν οι ερωτευμένοι μέχρι τις βόμβες που ανταλλάσσουν οι εμπόλεμοι), όπως και στις σχέσεις των ανθρώπων με τα αντικείμενα μεσολαμβάνει άνθρωποι (με συμπερόντα, δικειδικήσεις, δεισιδαιμονίες κ.ο.κ., δηλαδή με τον υποκειμενισμό να τείνει να αλλοιώσει τα δεδομένα των οποίων πειραματικών ευρημάτων τους). Τις διακυμάνσεις αυτών των τελευταίων μεσολαβήσεων, κατά την εξέλιξη της νεότερης επιστήμης, εκθέτουν με μαεστρία οι συγγραφείς του βιβλίου, τηρώντας μια ορισμένη «πολιτική ορθότητας», όπως ήδη επισημίνα.

Βεβαίως, η επιστημονική μέθοδος δεν είναι μία, καθώς ένας φυσικός λ.χ. δεν θέτει τα ίδια ερωτήματα με έναν βιολόγο ούτε χρησιμοποιεί ίδιες τεχνικές, ενώ για τη νεότερη φυσική το ζήτημα δεν είναι να προσδιορίσει εάν το ηλεκτρόνιο είναι κύμα ή σωματίδιο, αλλά κάτω από ποιες συνθήκες συμπεριφέρεται ως σω-

ματίδιο ή ως κύμα. Αληθοφανείς ή παράδοξες εξηγήσεις και παρεξηγήσεις, καταστροφικές ή ευεργετικές συνέπειες θεωριών και καταχρήσεις επιστημονικών ευρημάτων δεν προσφέρονται για καυχασμούς ή αναθέματα, αλλά για κατανοήση των στιγμών εμφάνισής τους και του πλαισίου τους.

Κανενός είδους συνθήκες, ωστόσο, δεν μπορεί να καθιστούν *επιστημονικό* τον προβληματισμό περί μοναδικών και ανεπανάληπτων θεϊκών παρεμβάσεων ή περί πνευματιστικών συναντήσεων με νεκρούς, επειδή κάποια κβαντική απροσδιοριστία δεν αποκλείει τις μεν ή με κάποια μελλοντικά ταξίδια στον χρόνο μπορεί να ευδοωθούν οι δε. Όριο της επιστημονικής περιέργειας είναι πάντα το άπειρο, αλλά το δέος απέναντι σ' αυτό δεν συγκαταλέγεται στην επιστημονική μεθοδολογία. ▲

- 1 Derek J. de Solla Price, *Little Science, Big Science*, Columbia University Press, Νέα Υόρκη 1963.
- 2 Το πρότυπο εκδόθηκε το 2005.
- 3 Με τα περίφημα βιβλία τους, αντίστοιχα: *De revolutionibus orbium coelestium* και *De humani corporis fabrica*.
- 4 Karl R. Popper, *The Logic of Scientific Discovery*, Hutchinson & Co, Λονδίνο 1959.
- 5 Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, Σικάγο 1962.
- 6 Imre Lakatos, Alan Musgrave (ed.), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge University Press, 1970.
- 7 Για μια συνοπτική κριτική της έννοιας πριν και μετά την εισηγήση του όρου από τον Τόμας Κουν, βλ. Dominique Lecourt: *Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences*, Presses Universitaires de France 1999, σελ. 716-21.
- 8 Paul Feyerabend: *Against Method – Outline of an anarchistic theory of knowledge*, Verso editions, G.B. 1975
- 9 Βλ. και στο μεταγενέστερό του: *Αποχαιρετισμός στον λόγο*, Ελλην. μετάφρ. εκδ. Εκκρεμές 2002.
- 10 Βλ., κυρίως, Gaston Bachelard: *La formation de l'esprit scientifique* (1938), Librairie J. Vrin 1969, και *Le rationalisme appliqué* (1949), Presses Universitaires 1970, καθώς και τη μελέτη της Mary Tiles: *Μπασελάρ – Επιστήμη και Αντακμαστικότητα*, Ελλην. μετάφρ. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης 1999.
- 11 Richard Dawkins: *The God Delusion*, Bantam Press 2006 και, κυρίως, *Ο πηλός ωρολογιοποιός*, εκδ. Κάτοπτρο 1986, όπου αναπτύσσεται εξαιρετικά η διένεξη δαρβινιστών και υποστηρικτών του θεϊκού σχεδιασμού, θέμα που θίγουν αρκετά κεφάλαια της *Ιστορίας της νεότερης επιστήμης* και ιδίως το 15^ο.