

Oeuvres choisies de Nicolas de Cues, από τον M. de Gandillac, Paris, 1942.

Για τον Φιτίνο:

R. Marcel: *Marcile Ficin*, Paris, 1958.

Ficin: *Théologie platonicienne de l'immortalité des âmes*, μτφ. R. Marcel, Paris, 1964.

Για την έπιστήμη:

A. Koyré: *Du monde clos à l'univers infini*, Paris, 1962.

A. Koyré: *Études galiléennes*, Paris, 1939 και 1962.

Για τον Βρούνο:

P. H. Michel: *La cosmologie de G. Bruno*, Paris, 1962.

H. Védrine: *La conception de la nature chez G. Bruno*, Paris, 1967.

Από ΦΡΑΝΣΟΥΑ ΣΑΤΕΛΕ
Η ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΟΜΟΣ Β'

III

Ο ΓΑΛΙΛΑΙΟΣ ΚΑΙ Η ΝΕΑ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΓΙΑ ΤΗ ΦΥΣΗ

του JEAN-TOUSSAINT DESANTI

Είναι ο Γαλιλαίος πατέρας τής μαθηματικής φυσικής;

Γενικά αποδίδουμε στον Γαλιλαίο την πατρότητα τής μαθηματικής φυσικής. Με την πλήρη έννοια τών λέξεων «φυσική» και «μαθηματική» αυτό είναι λάθος. Σήμερα γνωρίζουμε ότι ή μαθηματική μελέτη ενός άπλου φυσικού φαινομένου (για παράδειγμα ή μετάδοση ενός ήχου κατά μήκος μιās παλλόμενης χορδής) άπαιτεί τη χρήση εξισώσεων με μερικές παραγώγους. Γνωρίζουμε επίσης ότι ή έκφραση «μαθηματική φυσική» ύποδηλώνει ένα σώμα προτάσεων κατασκευασμένο ως επαγωγικό σύστημα σύμφωνα με τὸ ιδεώδες, του οποίου προσωρινή παραδειγματική πραγματοποίηση έμελλε ν' αποτελέσει ή *Αναλυτική Μηχανική* του Lagrange. Πρόκειται για ένα μοντέλο άπ' τὸ όποιο ή σημερινή θεωρητική φυσική (ή πυρηνική και ύποπυρηνική φυσική) απέχει άκόμα άρκετά: χρησιμοποιεί βέβαια πολύ επεξεργασμένες μαθηματικές πράξεις και έννοιες, αλλά υπό άυστηρή έννοια δέν είναι μαθηματική φυσική.

Έντούτοις, ή παράδοση δέν ψεύδεται όταν αποδίδει στον Γαλιλαίο την καταγωγή ενός κινήματος που κατάληξή του ήταν ή κλασική μηχανική. Άκόμα, πρέπει να δυσπιστούμε για τή λέξη «καταγωγή». Ο Γαλιλαίος είχε ένα μοντέλο: τον Άρχιμήδη που, σε άλλους καιρούς και σε άλλα έπιστημολογικά πεδία, είχε χρησι-

μποιήσει τις δυνατότητες τής μαθηματικής για να κατανοήσει όρισμένα φυσικά φαινόμενα. (Βλ. τήν *Πραγματεία για τήν ισορροπία τῶν ἐπιπέδων ἐπιφανειῶν καὶ τήν Πραγματεία για τὰ ρευστά σώματα*). Ἡ προσπάθειά του εἶχε καταλήξει στήν κατασκευή ἑνὸς συνόλου θεωρημάτων, ἑνὸς μερικοῦ ἐπαγωγικοῦ συστήματος κατασκευασμένου σύμφωνα με τὸ εὐκλείδειο *Corpus*. Ὁ Γαλιλαῖος εἶχε καὶ προδρόμους. Σήμερα, μετὰ τις ἐργασίες τῶν Duhem, Koyré, Anneliese Maier καὶ Clagett, τοὺς γνωρίζουμε καλύτερα. Ἐπίσης ὅμως τὴ διδασκαλία τῆς *latitudo formarum*, πού ἀνῆκε στὴ Σχολὴ τῆς Ὁξφόρδης καὶ στὸν Nicolas Oresme, θεωρία πού οἱ κινητικές τῆς συνέπειες εἶναι πολὺ γνωστές.¹

Σ' αὐτὰ προστίθεται ὁ κλονισμός, πού προῆλθε ἀπὸ τις κοπερνίκειες ἀπόψεις. Αὐτὲς συνέτριψαν τὴν παραδοσιακὴ κοσμολογία, γεννῶντας ἕνα σύνολο ὑποθέσεων πού, ὄντας συμβιβασίμες μετὰ τις ἀστρονομικὲς παρατηρήσεις, ἀποδείχονταν ἀσυμβίβαστες μετὰ τις κοσμολογικὲς προϋποθέσεις, ἡ ὁλότητα τῶν ὁποίων ὑποστήριζε καὶ ἐξέφραζε διαδοχικὰ τὴν ἀριστοτελικὴ διδασκαλία γιὰ τὴν κίνηση. Ἰδιαιτέρως ἀν πάρουμα στὰ σοβαρὰ τὴν κοπερνίκεια ἐπανάσταση (δηλαδὴ ἀν δὲν ἀρκεστοῦμε νὰ τὴ δοῦμε σὰν μιὰ ὑπόθεση ἀνάμεσα σὲ ἄλλες κατάλληλῃ γιὰ νὰ ἐξηγήσει τὰ φαινόμενα, ἀλλὰ ἀν προσπαθῆσουμε νὰ τῆς ἀποδώσουμε ἕνα φυσικὸ περιεχόμενο), τότε καταρρεῖ ὁλόκληρο τὸ —συνεκτικὸ ἀπὸ μόνο του— ἐρμηνευτικὸ σύστημα πού εἶχε κατασκευάσει ὁ Ἀριστοτέλης στὸ Δ' βιβλίον τοῦ *Περὶ οὐρανοῦ* γιὰ νὰ ἐξηγήσει τὴ διαφορὰ ἀνάμεσα στὰ ἐλαφρὰ καὶ στὰ βαρῆα σώματα. Ἄν ἡ Γῆ δὲν εἶναι τὸ πραγματικὸ κέντρο τοῦ κόσμου, τότε ἡ θεμελιακὴ στὸν Ἀριστοτέλη διάκριση ἀνάμεσα στὰ κατ' ἀπόλυτη ἔννοια βαρῆα καὶ ἐλαφρὰ σώματα καταρρεῖ: δὲν εἶναι δυνατὸ νὰ ἐκλάβουμε τὸν φυσικὸ τρόπο τοῦ στοιχείου γῆ ὡς τὸ ἀπόλυτο κάτω καὶ ἐκείνον τῆς φωτιᾶς ὡς τὸ ἀπόλυτο πάνω. Κατανοοῦμε ἐδῶ τις προσπάθειες τοῦ Γαλιλαίου πού, ἀπὸ τὸ *De motu* τοῦ 1590-1591, ἀποσκοποῦσε νὰ ἀποδείξει τὸν σχετικὸ χαρακτῆρα τοῦ βαριοῦ καὶ τοῦ ἐλα-

1. Βλ. σχετικὰ μετὰ αὐτὸ τὸ σημεῖο τὸ δεῦτερο κεφάλαιο τοῦ βιβλίου τοῦ M. Clavelin: *La philosophie naturelle de Galilée*.

φροῦ, καὶ νὰ ἀποκαταστήσει σὲ αὐτὸ τὸ σημεῖο, ἐνάντια στὶς ἄδικες ἐπικρίσεις τοῦ Ἀριστοτέλη,¹ τις ἀντιλήψεις τῶν ἀτομιστῶν καὶ ἐκεῖνες πού εἶχαν ἐκτεθεῖ ἀπὸ τὸν Πλάτωνα στὸν *Τίμαιο*.

Αὐτὸ πού μένει εἶναι ὅτι, γιὰ μᾶς σήμερα, ὁ Γαλιλαῖος φαίνεται νὰ θεσμοθέτησε ἕναν νέο καὶ ἀμετάτρεπτο τρόπο στὴ μελέτη τῆς Φύσης. Τὸ ἔργο του συνεχίζει ν' ἀποτελεῖ στρώμα τοῦ ὑποτιθέμενου τόπου, ὅπου ὁ Λόγος μας φαίνεται νὰ βρίσκει ἕνα μέρος ἀπὸ τις πρωταρχές του. Ἰσαμε καὶ μέσα στὸ ἔργο τοῦ Γαλιλαίου ἀναγνωρίζουμε τὸ προ-γαλιλαϊκὸ ὕφος: αὐτὴ τὴν παράταιρη καὶ σάμπως μετέωρη χρῆση τῶν μαθηματικῶν· αὐτὴ τὴν ἀδυναμία διάσπασης τῶν πλαισίων ἑνὸς κληροδοτημένου κανονιστικοῦ συστήματος πού μολαταῦτα ἔχει καταστραφεῖ σὲ ὁρισμένα οὐσιαστικὰ του σημεῖα, ὅπως ἡ ἀπόψη γιὰ τὸ χῶρο καὶ ὁ γεωκεντρισμός· αὐτὴ τὴν διαρκὴ ἐπένδυση ἔννοιῶν στὴν ἀνάλυση φυσικῶν φαινομένων (καὶ ἰδιαιτέρως τῆς κίνησης), ἔννοιῶν τῶν ὁποίων ἡ θεμελιωτικὴ ἢ ἐρμηνευτικὴ λειτουργία (παράδειγμα: ἡ ἔννοια τῆς αἰτιότητας ἢ ἡ ἔννοια τῶν ποιοτικῶν βαθμῶν) ριζώνει σὲ ἕνα ἄλλο πεδίο κανόνων, σὲ ἕνα πλαίσιο ἀναφορᾶς διαφορετικὸ ἀπὸ ἐκεῖνα πού ἀπαιτοῦσαν αὐστηρὰ τὸ σχέδιο καὶ ἡ παραγωγή μιᾶς μετακοπερνίκειας ἐπιστήμης τῆς κίνησης. Ἀναγνωρίζουμε ἐπίσης τὸ μετα-κοπερνίκειο ὕφος. Ἀναδύεται στὰ γραφτὰ τοῦ ἴδιου τοῦ Γαλιλαίου, γιὰ παράδειγμα στὴν Τρίτη Ἡμέρα τοῦ *Λόγοι καὶ μαθηματικὲς ἀποδείξεις ἀναφορικὰ μετὰ τις δύο νέες ἐπιστήμες*. Χτυπᾷ στὸ μάτι μέσα στὸ ἔργο τῶν διαδόχων του, γιὰ παράδειγμα στὸ *Horologium oscillatorium* τοῦ Christian Huyghens. Χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὴ συγκρότηση ἑνὸς ἐπαγωγικοῦ συστήματος πού περιλαμβάνει ἕναν ἐλάχιστο ἀριθμὸ ὑποθέσεων ἀπὸ τὸν παραγκωνισμὸ καὶ τὴν ἐξάλειψη ἔννοιῶν μετὰ ἀμφίσημο περιεχόμενο (π.χ. *impetus*) ἀπὸ τὸν ὀρισμὸ τῶν φαινομένων μέσα σὲ ἕνα ὀρθολογικὸ πεδίο, τοῦ ὁποίου προσπαθοῦμε νὰ ἐλέγξουμε αὐστηρὰ τοὺς κανόνες, ἔννοιες δηλαδὴ μαθηματικὰ κατασκευάσιμες (παράδειγμα ἡ ἐπιτάχυνση) ἀπὸ τὴν παραγωγή, στὰ ὄρια τοῦ ὀρθολογικοῦ αὐτοῦ πεδίου, ἔννοιῶν μετὰ

1. «*Immerito ab Aristotele confutati*» (*De motu*, Ἔργα, τόμος I, σ. 253).

ολοποιητική λειτουργία (για παράδειγμα ή έννοια της εξηγητικής συνάφειας, ή έννοια του χώρου, ή έννοια της ύλης), στις οποίες, στο μέτρο του δυνατού, πασχίζουμε να προσδώσουμε μιάν όμοιογένεια μέσα στο πλαίσιο του ίδιου τριῦ ὀρθολογικοῦ πεδίου· τέλος ἀπὸ τὴν διαμόρφωση ἑνὸς πεδίου θεωρητικῆς παραγωγῆς ἵκανοῦ νὰ ἐκδιπλώσει τοὺς ἴδιους τοὺς κανόνες του, τὰ ἐσωτερικά του κριτήρια ἐπαλήθευσης, τὶς εἰδικές του ἀπαιτήσεις γιὰ ἔκφραση καὶ ἀνανέωση: πρόκειται γιὰ τὸ σύστημα τῆς διαμορφούμενης ἐπιστήμης, πού ἡ σταθμισμένη παραγωγή της κοσμινίζει, θὰ λέγαμε, ὅλη τὴν περιοχὴ πού εἶναι ἀνοιχτὴ στὴ γνώση καί, στὸ πείσμα ὀπισθοχωρήσεων καὶ πτώσεων, διακρίνει καὶ διαχωρίζει τὶς παράλληλες καὶ ἀνεπαρκεῖς μορφές τοῦ μὴ ἐπιστημονικοῦ λόγου.

Εἶναι καθήσυχαστικό νὰ ἀναγνωρίζουμε τὸ πρὶν καὶ τὸ μετὰ, γιὰτὶ ἔτσι ὁ Γαλιλαῖος βρίσκει τὴ θέση του. Παρεισδύει σὲ αὐτὸ τὸ κενὸ καὶ γεννᾷ αὐτὴν τὴ μετάβαση. Τὸ δυσάρεστο εἶναι ὅτι αὐτὴ του ἡ θέση δὲν ἦταν προσδιορισμένη: ἡ προ-γαλιλαϊκὴ περίοδος καὶ ἡ γαλιλαϊκὴ εἶναι κριτήρια μετα-γαλιλαϊκά. Συνεπῶς ποιά εἶναι ἡ στιγμή πού γέννησε τὴ διαφορὰ τοῦ πρὶν καὶ τοῦ μετὰ, γιὰ τὴν ὁποία μιλάμε σήμερα; Ὁ μόνος τρόπος νὰ τὴ γνωρίσουμε εἶναι νὰ τὴν ἀναζητήσουμε ἐκεῖ πού εἶναι: μέσα στὰ γραφτὰ τοῦ Γαλιλαίου.

Ἡ ἐνότητα τοῦ ἐπιστημολογικοῦ πεδίου: κοπερνίκεια κοσμολογία, νέα μηχανικὴ καὶ ἀρχιμήδεια γεωμετρία.

Δύο θέματα κυριαρχοῦν στὴ σκέψη τοῦ Γαλιλαίου. Τὸ ἓνα εἶναι ἡ κίνηση: κίνηση τῶν βαρέων σωμάτων καὶ τῶν βλημάτων, τῆς ὁποίας πρέπει νὰ βροῦμε τὸ νόμο. Τὸ ἄλλο εἶναι ὁ κόσμος: ὁ Κοπέρνικος ἔχει βρεῖ ἄραγε τὴν ἀλήθεια; Τάχα εἶναι δυνατό νὰ κατασκευάσουμε ἓνα σύστημα αἰτιῶν, ὁ συνδυασμὸς τῶν ὁποίων ἐξελίφει ὀριστικῶς τὴν ἄποψη πού κληροδότησαν ὁ Πτολεμαῖος καὶ ὁ Ἀριστοτέλης;

Ἀρχίζοντας, ἄς σημειώσουμε ὅτι τὰ δύο θέματα εἶναι ἀλληλένδετα. Ὁ Γαλιλαῖος βρίσκεται τοποθετημένος στὸ σημεῖο ὅπου

ἡ χρεωκοπία τοῦ Ἀριστοτέλη ἦταν τετελεσμένη καὶ φανερὴ. Τὰ μαθήματα τοῦ Francesco Bonamico καὶ ἡ ἀνάγνωση τοῦ Giovanni Battista Benedetti τὸν εἶχαν βοηθήσει νὰ ἐξοικειωθεῖ ἀπὸ νωρὶς μὲ τὸν κόμπο τῶν δυσκολιῶν, στὸν ὁποῖο ἀπὸ πολὺν καιρὸ εἶχε μεταβληθεῖ ἡ δυναμικὴ τοῦ Ἀριστοτέλη. Ἐπιπλέον, εἶχε μάθει ἀπὸ τὸν Ostilio Ricci τὰ μαθηματικά καὶ ὁ Ἀρχιμήδης εἶχε γίνει δάσκαλός του. Ὅχι μόνον ὁ γεωμέτρης Ἀρχιμήδης, ὁ συγγραφέας τοῦ *Περὶ σφαιρας καὶ κλίνδρου*, ἀλλὰ καὶ ὁ μηχανικός Ἀρχιμήδης, ὁ συγγραφέας τοῦ *Περὶ ἰσορροπιῶν* καὶ τοῦ *Περὶ τῶν ὀχουμένων*. Ὡστόσο ἀνάμεσα στὴν ὀλωσδιόλου γεωμετρικὴ στατικὴ τοῦ Ἀρχιμήδη καὶ στὴν ὀλωσδιόλου ὀντολογικὴ δυναμικὴ τοῦ Ἀριστοτέλη ἐμφανιζόταν μιὰ θεμελιώδης ἀντίφαση. Ἄν οἱ νόμοι τῆς ἰσορροπίας τῶν ἐλαφρῶν σωμάτων εἶναι σωστοί (καὶ πῶς νὰ ἀμφισβητηθοῦν ἀφοῦ ἔχουν ἀποδειχθεῖ μὲ αὐστηρὰ μαθηματικὸ τρόπο;), τότε καταρρεῖ ὅλο τὸ οἰκοδόμημα τοῦ τέταρτου βιβλίου τοῦ *Περὶ οὐρανοῦ* — καὶ ἰδιαιτέρα τὸ πέμπτο κεφάλαιο πού ἀφιερώνεται στὴ βαρύτητα καὶ στὴν ἐλαφρότητα τῶν στοιχείων. Ἐπιφανειακὰ αὐτὸ δὲν εἶναι παρὰ μιὰ μικρὴ ρωγμὴ, μιὰ τοπικὴ ρωγμὴ στὸ ἀρχαῖο οἰκοδόμημα. Ὡστόσο θέτει σὲ κίνδυνο ὀλόκληρο τὸ κοσμολογικὸ σύστημα, τὴν ἱερὴ καὶ ἀπαραβίαστη τάξη τῶν στοιχείων καὶ τῶν πρωταρχικῶν τοὺς ποιοτήτων, ὅπου ἡ φωτιὰ ἦταν τὸ ἀπόλυτα ἐλαφρὸ καὶ ἀπόλυτο ἄνωθεν, ἡ γῆ τὸ ἀπόλυτα βαρὺ καὶ τὸ ἀπόλυτο κάτωθεν, ἐνῶ ἀπὸ τὰ ἐνδιάμεσα στοιχεῖα ὁ ἀέρας ἦταν παραπλήσιος στὴ φωτιὰ καὶ τὸ νερὸ στὸν ἀέρα· ὅλα αὐτὰ τὰ στοιχεῖα ἦσαν βαρᾶ στὸ δικό τους χῶρο, πράγμα πού γιὰ τὴν ἀρχιμήδεια ἄποψη εἶναι παραλογοισμὸς. Τὸ νὰ ἀκολουθήσεις τὴ σχολὴ τοῦ Ἀρχιμήδη σήμαινε νὰ ἀνακαλύψεις αὐτὴ τὴν ἀπλὴ ἀλήθεια: τὸ νὰ ἀνέλθεις ἢ νὰ ἀκατέλθεις» σὲ χῶρο καθορισμένο γιὰ ἓνα δεδομένο σῶμα εἶναι φαινόμενο πού ἐκφράζει μιὰ ὀρισμένη σχέση ἀνάμεσα στὰ εἰδικὰ βάρη τοῦ σώματος καὶ στὸν χῶρο αὐτό, σχέση, τῆς ὁποίας πρέπει νὰ βροῦμε τὴ μορφή. Πρόκειται γιὰ ἓνα μηχανικὸ φαινόμενο πού πρέπει νὰ μπορεῖ νὰ ἐκφραστεῖ, ἂν συνυπολογίσουμε, στὸ σῶμα καὶ στὸν περιγυρὸ του, ιδιότητες πού μποροῦν εὐκολὰ νὰ παρατηρηθοῦν καὶ νὰ καθοριστοῦν ποσοτικὰ. Ἡ «ἀνοδος» καὶ ἡ «κάθοδος» δὲν εἶναι πᾶς τεκμήρια τῆς ἀμετα-

κίνητης τάξης του κόσμου, της κρυμμένης ουσίας των πραγμάτων, που μια δύναμη, συνυφασμένη με τη φύση τους θα τα πήγαινε προς τον οικείο χώρο τους. Από πολύν καιρό ήδη ο Αριστοτέλης είχε καταστεί διαλεκτικά ύποπτος, κι αυτή η ύποψια ένθαρρυνόταν εδώ από την καλορρυθμισμένη άσκηση του μαθηματικού συλλογισμού. "Έτσι δημιουργείται, και προσμένει να παγιωθεί, ένα μη άριστοτελικό μοντέλο των έν κινήσει σωμάτων, του όποιου την διάταξη θα την άπεκάλυπτε ο άυστηρός έκγεωμετρισμός (αυτός τουλάχιστον, ήταν ο έπιθυμητός σκοπός).

"Έχει βαρύνουσα σημασία να προσδιορίσουμε τη φύση του «έπισημολογικού φαινομένου» που αρχίζει να έμφανίζεται στα τέλη αυτού του αιώνα. Το ένδιαφέρον για τα μαθηματικά δέν είναι καινούργιο: ο Αρχιμήδης και ο Εύκλειδης δέν είναι άγνωστοι, ένω πάει πολύς καιρός που η υδροστατική του Αρχιμήδη έχει γίνει άντικείμενο έρευνας. Το ουσιώδες βρίσκεται άλλοι: γινόμαστε μάρτυρες μιās μετατόπισης των μαθηματικών έννοιών, μιās φυσικοποίησής τους. Αυτό το κίνημα έγινε δυνατό, έπειδή οι άριστοτελικής καταγωγής έννοιες, που επέτρεπαν να σκεφτούμε τη φύση, είχαν ήδη χάσει την λειτουργία τους ως προς το να καθολικεύουν και να δικαιώνουν. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι η φύση, ιδωμένη ως το πεδίο των έν κινήσει σωμάτων, στο έξής έμφανίζεται σαν γυμνός σκελετός ενός οικοδομήματος, όπου θα έπενδυθούν οι παραστατικοί τύποι και οι μορφές έπιστημονικού λόγου που υποβάλλει και έπιτρέπει η γεωμετρία. Έδώ βρίσκεται το ουσιώδες φαινόμενο που άπαιτεί την διάμόρφωση ενός άλλου τύπου συνοχής διαφορετικού από το μοντέλο της παράδοσης. Χωρίς αυτό ο Αρχιμήδης θα παρέμενε στο περιθώριο, και η πραγματική άσυμφωνία της στατικής του προς το *Περί ούρανοϋ* θα παρέμενε συγκαλυμμένη ή τουλάχιστον άνεργή.

Νά όμως που αυτή η μετατόπιση προβάλλει κι έπιτελείται σε όρισμένα σημεία, κι έτσι στο έξής έχουμε σε νέα διάταξη την ένότητα των θεμάτων της μηχανικής και της κοσμολογίας. "Αν ο Αριστοτέλης πλανήται, τί συμβαίνει με τον Πτολεμαίο; "Αραγε είναι δυνατό να διατηρήσουμε μακροπρόθεσμα, σε ελεύθερη θα λέγαμε

κατάσταση, τις —πολύ συνεκτικές στο οικείο πεδίο τους— μαθηματικές ύποθέσεις του Πτολεμαίου, αν καταρρέει το κοσμολογικό πλαίσιο που τους προσέδιδε όλο το πραγματικό τους βάρος και τις ένέγραφε στον ούρανο σαν ισάριθμα πραγματικά σχήματα; "Ιδιαίτερα, αν η περιοχή της κίνησης είναι σε κάθε τόπο όμοιογενής, τότε γιατί να διακρίνουμε, από την άποψη της ουσίας, τη Γη και τους ούρανοϋς; Για ποιό λόγο να διατηρήσουμε μιάν άκίνητη Γη, αν δέν ύφίσταται μέσα στη φύση τόπος άπόλυτα προνομιοϋχος; Με ένα λόγο, αν οι έννοιες, που χαρίζουν στο σύστημα την έσχατη συνοχή του, καταρρέουν, είναι τάχα ακόμα δυνατό να διατηρήσουμε ένα από τα στοιχεία του; Στην ανάγκη, και για κάμποσον καιρό, θα μπορούσε να γίνει κάτι παρόμοιο, με την προϋπόθεση ότι δέν θα άποδίδαμε στις μαθηματικές ύποθέσεις παρά μόνο χαρακτήρα καθαρής σύμβασης και ότι θα έρμηνεύαμε το περίφημο πρόγραμμα (ασώζειν τα φαινόμενα) με τρόπο άυστηρά νομιναλιστικό. Γνωρίζουμε ότι τέτοια ήταν η έρμηνεία του Oslander για τις κοπερνίκειες ύποθέσεις. "Όμως αυτό δέν ήταν παρά μιá προσπάθεια συμβιβασμοϋ, που προοριζόταν να διασώσει παρ' όλα αυτά όλόκληρη την παραδοσιακή κοσμολογία. Η παράδοση είχε ιστοургήσει ένα συστηματικό σύμπλεγμα, μέσα στο όποιο άλληλοϋποστηρίζονταν η πτολεμαϊκή άστρονομία, η κοσμολογία του *Περί ούρανοϋ* και οι προϋποτιθέμενες θεωρίες για την κίνηση: οι μαθηματικές κατασκευές έβρισκαν στις έννοιες της φυσικής τη φυσική βάση που τους προσέδιδε περιωπή νόμων του κόσμου. "Αν οι έννοιες λείψουν, αν δέν ύπάρχει πλέον τόπος όπου να μπορούν να έπενδυθούν, τότε κάνει την εμφάνισή της μιá άλλη κενή θέση μέσα στο σύστημα: η πτολεμαϊκή άστρονομία περιττεύει. "Έστω και σε μικρό βαθμό αν έγκαινιασθεί ένα άλλο ύφος —το γεωμετρικό—, ή μορφή του κόσμου αρχίζει να οικοδομείται σε ένα άλλο πεδίο.

"Αν λογαριάσουμε τις δραστηριότητες του Γαλιλαίου, θα μάς φανεί πολύ φυσικό το γεγονός ότι είχε έγκολπωθεί από νέος τις κοπερνίκειες άντιλήψεις: ήταν ένας γεωμέτρης που διαμέσου του Αρχιμήδη συνειδητοποιούσε τη δυνητική καθολικότητα του μαθηματικού λόγου σε ένα πεδίο που είχε άδειάσει από τις άριστοτελικές έννοιες. Βέβαια, μέσα στις δυνατότητες συνδυασμών που

προσέφερε αυτό το πεδίο, ήταν δυνατές κι άλλες επιλογές.¹ Μια από αυτές π.χ. ήταν να αποπεμφθούν οι άριστοτελικές έννοιες, να διατηρηθούν οι πτολεμαϊκές απόψεις και να πλαστούν έννοιες εμπνευσμένες από την πλατωνική φυσική του Τίμαιου με σκοπό την κατασκευή μιας συνεκτικής κοσμολογίας. Μια άλλη ήταν ο συμβιβασμός που έκανε ο Tycho Brahe: να αφεθεί η Γη ακίνητη, να τεθούν σε κίνηση γύρω από αυτή οι άπλανεις αστέρες, ο Ήλιος και η Σελήνη και οι πέντε πλανήτες γύρω από τον Ήλιο. Πρέπει να παρατηρήσουμε ότι η απόρριψη του συστήματος του Πτολεμαίου και η αντικατάστασή του από το σύστημα του Κοπέρνικου δεν ήταν παρά μια από τις δυνατότητες που πρόσφερε το παραπάνω πεδίο. Αυτή η δυνατότητα όμως γινόταν ή πιο ισχυρή από τη στιγμή που η κριτική του άριστοτελισμού είχε σε όλα τα σημεία φτάσει σε ένα τόσο προχωρημένο βαθμό, ώστε το σύνολο αυτών των κριτικών συγκροτούσε θά λέγαμε ένα «άντι-σύστημα», μια συνεκτική άρνηση, που ενείχε βέβαια κενά και έννοιολογικές ελλείψεις, ελλείψεις όμως καθορισμένες. Συγκεκριμένα, ιδωμένες μέσα στη συνάφειά τους, αυτές οι κριτικές οδηγούσαν τουλάχιστον σε δύο συνέπειες (τις οποίες δεν είχε αντιληφθεί ο Κοπέρνικος): την άπειρία του κόσμου και τη φυσικοποίηση των ουρανών. Πράγμα που αναμφίβολα σημαίνει ότι η αποδοχή των κοπερνίκειων απόψεων δεν είχε το ίδιο νόημα πριν και μετά τον Giordano Bruno. Πριν από αυτόν θα μπορούσε κανείς να σκεφτεί ότι διάλεγε ένα δυνατό σχήμα ανάμεσα σε άλλα. Τώρα όμως το εκλεγμένο σχήμα επιβαλλόταν κατά προτίμηση, φορτισμένο με το βάρος μιας σειράς αιτιολογιών και εμπλουτισμένο με μια νέα συνοχή. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι η γαλιλαϊκή τομή, τομή σαφέστατη, που ξεδιακρίνει ουσιαστικά δύο διαφορετικά είδη επιστημονικού λόγου, δεν μπόρεσε να παραχθεί παρά πάνω στο υπόβαθρο μιας βαθύτερης διάσπασης — μιας κατάρρευσης από τα θεμέλια, της οποίας ο G. Bruno ήταν έρμηνευτής και μάρτυρας και η οποία γέννησε

1. Βλ. σχετικά με αυτό το ζήτημα: H. Védrine, *La conception de la nature chez G. Bruno*, Paris, 1967· και σε αυτό τον τόμο το κεφάλαιο: «Η νέα εικόνα του κόσμου από τον Νικόλαο Κουζάνο στον Giordano Bruno».

μιαν κοπερνίκεια εικόνα του κόσμου, που η ψηλαφητή της επιχειρηματολογία υποστηριζόταν από το άντι-σύστημα, δηλαδή από το συνεκτικό σύμπλεγμα ασύμβατων πραγμάτων που είχε έντοπίσει μια μακρά και αδιάλειπτη κριτική του Άριστοτέλη.

Το ύφος του Γαλιλαίου και το πεδίο της επιστήμης του.

Δεν ξέρουμε με βεβαιότητα πότε ακριβώς ο Γαλιλαίος έγινε όπαδός του Κοπέρνικου. Από ένα γράμμα στον Kepler μαθαίνουμε ότι το 1597 θεωρούσε τον εαυτό του ήδη από πολύ καιρό όπαδόν των ιδεών του Κοπέρνικου. Έξ άλλου γνωρίζουμε από το *De motu* (γραμμένο το 1590-1591) και από το *Meccaniche* (μια πραγματεία για τις απλές μηχανές, που συντάχθηκε το 1593-1594 προς χρήση των μαθητών), σε ποιό σημείο βρίσκονταν εκείνη την εποχή οι μελέτες του για την κίνηση και με ποιό πνεύμα τις προσέλαζε. Αν εξαιρέσουμε την πολύ πρόωρη (1583) ανακάλυψη του ισοχρονισμού των μικρών κινήσεων του εκκρεμούς, δεν είχε ακόμα διατυπώσει στον τομέα αυτό καμιά από τις προτάσεις της μηχανικής με τις οποίες συνδέεται το όνομά του. Μολαταύτα, μέσα από τα έργα αυτά μπορούμε να λογαριάσουμε την σημασία που είχε για τον Γαλιλαίο το «άντι-σύστημα» και να έντοπίσουμε τα έργα που του επέτρεπαν να το διεξέλθει και να το ελέγξει.

Ας περιοριστούμε εδώ στην αναφορά όρισμένων θεμάτων από το *De motu*. Αν δούμε τα συμπεράσματα αυτής της εργασίας, δεν θα βρούμε τίποτα ουσιαδώς νέο. Η δυναμική είναι πάντα εκείνη του impetus, ενώ η μαθηματική έκφραση των νόμων της κίνησης των βαρέων σωμάτων σε πυκνό περίγυρο βρίσκεται ήδη στους Benedetti και Cardano. Η μέθοδος (ή χρήση υδροστατικών επιχειρημάτων) είχε ήδη χρησιμοποιηθεί από τον Benedetti. Εντούτοις, μέσα από αυτές τις επαναλήψεις και τις ψηλαφητές κινήσεις αναδεικνύεται ήδη το πεδίο, μέσα στο οποίο θα καταστεί δυνατή μια αυστηρή αντιμετώπιση των μηχανικών έννοιών. Πρώτα-πρώτα η ιδέα ενός όμοιογενούς πεδίου, μέσα στο οποίο μπορούν να συνυπολογισθούν τα καθορισμένα μεγέθη της ανάλυσης της κί-

νησης (διάστημα χρόνου, απόσταση, ταχύτητα, βαθμός ταχύτητας...). Το πεδίο αυτό νοείται ως συνεχές επίπεδο ἐπ' ἀπειρο διαιρετό, σὲ τέτοιο βαθμὸ μάλιστα, ὥστε νὰ παίρνουν νόημα οἱ ἐκφράσεις ποὺ σήμερα σημειώνονται μὲ τὸ dt , ds , dv . Αὐτὴ ἡ ἀποψη ὑπονοεῖται στὴν κριτικὴ τοῦ Γαλιλαίου γιὰ τὴν περίφημη πρόταση τοῦ Ἀριστοτέλη, σύμφωνα μὲ τὴν ὁποία ἕνα κινητὸ ποὺ κινεῖται στὸ κενὸ θὰ εἶχε ἀπειρη ταχύτητα: σὲ ἕνα σημεῖο τῆς ἀναίρεσής του ὁ Γαλιλαῖος παρατηρεῖ ὅτι μὲ τὸν βαθμὸ ταχύτητας ἰσχύει ὅ,τι καὶ μὲ ἕνα στοιχεῖο τοῦ χώρου: πρέπει νὰ εἶναι ἐπ' ἀπειρο διαιρετό.¹ Κατοπινότερα, στὴν Πρώτη Ἡμέρα τῶν Discorsi, ὁ Γαλιλαῖος θὰ ἐπανεέλθει στὸ πρόβλημα τοῦ συνεχοῦς καί, συμφωνώντας μὲ τὸν Cavalieri, θὰ συμπεράνει ὅτι τὸ συνεχές συντίθεται ἀπὸ ἀδιαίρετὰ μέρη. Ὡστόσο ἡ ἔννοια ἐνὸς ὁμοιογενοῦς πεδίου, μέσα στὸ ὁποῖο μποροῦν νὰ συντεθοῦν τὰ μηχανικὰ μεγέθη, δὲν θὰ ξαναθεθεῖ ποτὲ ὑπὸ ἀμφισβήτηση. Ἔχουμε ἔτσι μιὰ θεμελιώδη ρῆξη μὲ τὴν προϋπόθεση τῆς δυναμικῆς τοῦ Ἀριστοτέλη, ὁ ὁποῖος, καθὼς γινώσκουμε, δὲν κατόρθωσε νὰ φτάσει στὴ σύλληψη ἐνὸς παρόμοιου πεδίου, μὲ ἀποτέλεσμα ὁ γνωστὸς τύπος $ds = vt$ νὰ μὴν μπορεῖ νὰ ἔχει κάποια ἔννοια, ἀφοῦ τὸ v δὲν ὑποδήλωνε τίποτα σύνθεσιμο μὲ τὸ s καὶ τὸ t . Κατὰ δεύτερο λόγο (καὶ παρότι ὁ Γαλιλαῖος ἐξακολουθεῖ νὰ χρησιμοποιεῖ τὶς παραδοσιακὰς λέξεις καὶ ἔννοιες), πέφτει σὲ δεύτερη μοίρα ἡ θεμελιακὴ γιὰ τὴν ἀρχαία δυναμικὴ διάκριση ἀνάμεσα σὲ τὶς φυσικὰς καὶ σὲ τὶς βίαιες κινήσεις. Θάλεγε ὅτι μέσα ἀπὸ τὸ κείμενο ποὺ τὸ ἔγραψε ὁ ἴδιος ὁ Γαλιλαῖος καὶ ποὺ χρησιμοποιεῖ τὶς κλασικὰς ἔννοιες (ἐλαφρότητα, βαρύτητα, βίαιη ἢ φυσικὴ κίνηση) συντασσόταν ἕνα ἄλλο συν-κείμενο ποὺ ὁργανώνεται μὲ βάση τὴ φύση τῶν προτεινόμενων ἀποδείξεων (οἱ ὅροι τους ἀνάγονται πάντα σὲ ἀπλὰ ἀριθμητικὰ δεδομένα) καὶ τὴ φύση τῶν μοντέλων ποὺ χρησιμοποιοῦνται γιὰ νὰ ἐκφράσουν τὸ φυσικὸ περιεχόμενο τῶν παραπάνω ἀποδείξεων (τὰ μοντέλα αὐτὰ σὲ τελευταία ἀνάλυση εἶναι ὑφῆς ὑδροστατικῆς). Αὐτὴ ἡ διστρώματη ὁργάνωση τῶν κειμένων τοῦ Γαλιλαίου ἐμφανίζεται στὴν ἀνάλυση τῆς κίνησης τῶν βλημάτων (*Ἔργα*, τόμος I,

1. *Ἔργα*, τ. I, σ. 282: «Et hoc contingit in omni continuo».

σσ. 307-328). Ἐκεῖ ὁ Γαλιλαῖος ἀναιρεῖ τὴν ἀριστοτελικὴ διάκριση τῶν φυσικῶν κινήσεων πρὸς τὰ πάνω καὶ τῶν φυσικῶν κινήσεων πρὸς τὰ κάτω· ἐδῶ εἶναι προφανὴς ἡ μεσολάβηση τοῦ ὑδροστατικοῦ μοντέλου: ἡ κίνηση πρὸς τὰ πάνω εἶναι ἐδῶ μιὰ κίνηση «ἐκβολῆς». Ἐνα σῶμα ποὺ βυθίζεται μέσα σὲ ἕνα στοιχεῖο πῦρ («βαρὺ») ἀπὸ αὐτὸ ἀπωθεῖται πρὸς τὴν ἐπιφάνεια. Ταυτόχρονα τείνει νὰ πέσει σὲ δεύτερη μοίρα ἡ διάκριση ἀνάμεσα σὲ τὴ φυσικὴ κίνηση καὶ σὲ τὴ βίαιη κίνηση (*Ἔργα*, τόμος I, σ. 312). «Γιὰ παράδειγμα ἡ πέτρα ποὺ πλέει σὲ ὑδράργυρο δὲν βουλιάζει, καὶ χάνει ὅλη τὴ φυσικὴ τῆς βαρύτητα· τί λέω; Χάνει τὴ φυσικὴ τῆς βαρύτητα καὶ γίνεται πῦρ ἐλαφριά... ἐπίσης καὶ τὸ ξύλο μέσα στὸ νερὸ ἐλαφραίνει, σὲ σημεῖο μάλιστα ποὺ νὰ μὴν μπορεῖ νὰ κινήθῃ πρὸς τὰ κάτω παρὰ μόνο μὲ τὴ βία. Ἐντούτοις ἡ πέτρα καὶ τὸ ξύλο δὲν χάνουν τὴ φυσικὴ τους βαρύτητα, ἀντίθετα, ἀν τὰ ἀπομακρύνουμε ἀπὸ τὸν περίγυρο, ποὺ εἶναι βαρύτερος ἀπὸ αὐτὰ, ξαναβρίσκουν τὴν ἰδιάζουσα βαρύτητά τους. Τὸ ἴδιο ἰσχύει γιὰ τὸ βλήμα: μόλις ἐλευθερωθεῖ ἀπὸ τὴν προωθητικὴ δύναμη, ξαναβρίσκει κατερχόμενο τὴν ἰδιάζουσα καὶ ἐσωτερικὴ του βαρύτητα». Ἔτσι δημιουργεῖται ὅχι μόνο ὁ «χῶρος» τῆς μηχανικῆς — αὐτὸ τὸ συνεχές, μέσα στὸ ὁποῖο τὰ καθορισμένα μεγέθη ὀφείλουν πάντα νὰ προσφέρονται σὲ μιὰ σύνθεση—, ἀλλὰ καὶ ἕνα φυσικὸ μοντέλο τῆς κίνησης μὲ ὁμοιογενὴ δομὴ, μέσα στὸ ὁποῖο οἱ μηχανικὰς ιδιότητες τῶν σωμάτων (καὶ ἰδιαιτέρα ἡ δυνατότητα νὰ κινοῦνται μὲ ἐλεύθερη πτώση ἢ μὲ μιὰ βίαιη κίνηση) ὀφείλουν νὰ ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὴν ἐσωτερικὴ ὑφῆ τῶν θεωρούμενων σωμάτων καὶ ἀπὸ τὴ μορφή τῶν ἀμοιβαίων τους σχέσεων. Μέσα σὲ αὐτὴ τὴν ἀποδεικτικὴ ἀλληλουχία (κι ἐδῶ βρίσκεται τὸ οὐσιώδες), ὁ ἀφηρημένος χῶρος τῆς γεωμετρίας, αὐτὸς ὁ χῶρος ποὺ οἱ Ἕλληνες, καὶ ἰδιαιτέρα ὁ Ἀρχιμήδης, εἶχαν συλλάβει μὲ μεγάλη εὐστοχία, κερδίζει ἕνα φυσικὸ περιεχόμενο. Τὸ πεδίο, μέσα στὸ ὁποῖο τὰ ἐν κινήσει σῶματα ἀλληλεπιδροῦν μεταξύ τους, θεωρεῖται σὲ βλα τὰ σημεῖα του ὡς ὁμοιογενές. Ἔτσι ἡ ἱεραρχία τῶν τόπων καταργεῖται, ὅπως εἶχε ἤδη καταργηθεῖ μέσα στὸ ἀρχιμήδειο πλαίσιο, ὅπου ἐπενδύονται καὶ ὅπου λαβαίνουν τὴν γνωστικὴ τους ἀξία οἱ παραδοσιακὰς ἔννοιες ποὺ χρησιμοποιεῖ ἀκόμα ὁ Γαλιλαῖος.

Βέβαια παραμένουν ακόμα αρκετά σκοτεινά σημεία. Πώς πρέπει άραγε να έννοήσουμε την έκφραση «ένδογενής βαρύτητα»; Το άγνωστο και θα πρέπει να περιμένουμε πολύ καιρό ακόμα για να διασταλούν ρητά οι έννοιες της μάζας και του βάρους (που ακόμα συγχέονται μέσα στην ίδια παράσταση). Το ουσιαστικό όμως είναι ότι βλέπουμε να γεννιέται εδώ ένας νέος τρόπος αντιμετώπισης της φύσης. Δεν πηγαίνουμε πια από την προκατασκευασμένη έννοια στο φαινόμενο (την κίνηση). Το ίδιο το φαινόμενο πεδίο (ή κίνηση) είναι αυτό που, χάρη στα όργανα που μας επιτρέπουν να το προσπελάσουμε (την αρχιμήδεια στατική) και εξαιτίας των άσυμφωνιών που παρουσιάζουν οι παραδοσιακές έννοιολογίες, απαιτεί τώρα την παραγωγή μίας έννοιας για την φύση ομοιογενή προς τις άλυσίδες ιδιοτήτων που γεννά ή ανάλυση των φαινομένων της κίνησης.

Κατανοούμε έτσι γιατί ο Γαλιλαίος μπόρεσε να αναγνωρίσει την σημασία της κοπερνίκειας επανάστασης και να προσχωρήσει σε αυτή προτού παραγάγει ο ίδιος τις έννοιες που ταίριαζαν με τη νέα μηχανική. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο Κοπέρνικος «φυσικοποίησε» τους ουρανούς (έστω κι αν, όπως υποστηρίζει ο Κουγιέ, είχε πιστέψει στην πραγματικότητα των ουράνιων σφαιρών). 'Αλλά με αυτή τη «φυσικοποίηση» η έννοια της φύσης άλλαξε περιεχόμενο: η λέξη «φύση» δε δήλωνε πια την άριστοτελική ιεραρχία των όντων που υπέκειντο στο γίγνεσθαι, αλλά το ακαθόριστο ακόμα (και μολταύτα θεωρούμενο ως ομοιογενές) πεδίο, μέσα στο οποίο έπρεπε να ένταχθούν οι γεωμετρικές διαδικασίες και να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση της κίνησης. Το πεδίο της κοπερνίκειας κοσμολογίας και το πεδίο της ζητούμενης μηχανικής οριοθετούνται με αυτό τον τρόπο και σημαίνουν ένα και το αυτό πεδίο, του οποίου τώρα πρέπει να προσδιοριστεί το πλαίσιο αναφοράς.

Με ποιό τρόπο κατόρθωσε ο Γαλιλαίος στην ώριμότητά του να έντοπίσει τις έννοιες που ήσαν κατάλληλες να δρίσουν ένα παρόμοιο πεδίο; Με ποιό τρόπο διατύπωσε μερικές από τις φυσικές και επιστημολογικές αρχές, πάνω στις οποίες έπρεπε να άρθρωθει και να αναπτυχθεί η νέα επιστήμη του σύμπαντος και της κίνησης; Αυτό πρέπει να εξετάσουμε. Παίρνουμε την (αυθαίρετη) πρω-

τοβουλία να προτάξουμε το κοσμολογικό πρόβλημα, χρησιμοποιώντας ως οδηγό τον *Διάλογο για τα δύο μεγάλα συστήματα του κόσμου* (1632). Για να βρούμε άκρη, θα περιοριστούμε στην αναφορά του καθαυτού μηχανικού έργου του Γαλιλαίου χαρακτηρίζοντας την επιστημολογική του σπουδαιότητα.

Ο Γαλιλαίος ως αόστηρος οπαδός του Κοπέρνικου.

Σ' αυτό το σημείο έχει σημασία να δούμε ότι, ενόσω δεν διαθέτουμε έννοιες για τη μάζα κι ενόσω, βασιζόμενοι στις αρχές της δυναμικής, δεν έχουμε συλλάβει την έννοια της έλξης, δεν υπάρχει κανένας τρόπος να αποδείξουμε ότι ο γεωκεντρισμός είναι αδύνατος από μηχανική άποψη. Συνεπώς μόνο τα *Principia* του Newton συγκροτούν το θεωρητικό σύστημα για το οποίο η γεωκεντρική υπόθεση είναι απόλυτως παράλογη.

Επομένως τίθεται μια έρώτηση: ποιά είναι η φύση του συστήματος των αιτιών που διατύπωσε ο Γαλιλαίος για να έδραιώσει και να ένσωματώσει σε μια συνεκτική αντίληψη τις κοπερνίκειες υποθέσεις; 'Από πρώτη ματιά αυτές οι αιτίες διακρίνονται σύμφωνα με τρεις κατευθύνσεις:

1η) να αποκατασταθεί, έναντι της παράδοσης, η φυσική ένότητα του κόσμου και να δειχτεί ότι δεν υπάρχει καμιά διαφορά ανάμεσα στη Γη και στους ουρανούς.

2η) να δειχτεί η δυνατότητα της ημερήσιας κίνησης της Γης, να άναιρεθούν έτσι οι παραδοσιακές θέσεις ενάντια σε αυτή την κίνηση και να έντοπιστούν σαφέστερα από ό,τι το έκαμε ο Bruno οι μηχανικές αρχές που έπιστρατεύονται για μιάν τέτοια άναιρεση.

3η) να παρουσιαστεί ένα κλειστό σύστημα άρχων ικανών να δρίσουν μια κοσμοαντίληψη συμβιβάσιμη με τις κοπερνίκειες υποθέσεις.

α) Αναφορικά με το πρώτο σημείο η επιχειρηματολογία του Γαλιλαίου οργανώνεται με δύο τρόπους. Ο πρώτος (που για διευκόλυνση θα τον ονομάσουμε «διαλεκτικό») είναι κλασικός ήδη από την έποχή του Νικολάου Κουζάνου και προπάντων του Bruno

και συνίσταται στην κατάδειξη του παραλογισμού της άριστοτελικής θέσης περί της άφθαρσίας των ούρανών. Έντούτοις, συγκεντρώνοντας ήδη γνωστά επιχειρήματα, ο Γαλιλαίος εντοπίζει ρητά τις άρχές πάνω στις οποίες βασιζόνταν οι συλλογισμοί του *Peri ουρανου*, κι έτσι καθορίζει στην ένότητά του το κριτικό έργο των όπαδών του Κοπερνίκου. Αυτές οι άρχές ανάγονται σε δύο θέσεις: α) υπάρχει ένα μοναδικό κέντρο του κόσμου, κι αυτό είναι η Γῆ· β) κάθε γένεση έπιτελείται ανάμεσα σε σώματα που κατέχουν αντίθετες ιδιότητες (σώματα δηλαδή που κατά τον Άριστοτέλη έμφυχώνονται από αντίθετες κινήσεις). Θα παρατηρήσουμε ότι αυτές οι άρχές δεν έχουν την ίδια καταστατική αξία. Η πρώτη δείχτηκε από τον Γαλιλαίο ως θέση έγγενης μέσα στην περιπατητική επιχειρηματολογία γύρω από την διάκριση ανάμεσα στη φυσική και στη βίαιη κίνηση, ανάμεσα στο βαρύ και στο έλαφρύ. Συνεπώς ο συλλογισμός του Άριστοτέλη δεν είναι πέρα για πέρα αυτός που φαίνεται, δηλαδή μια άλληλουχία αίτιων που ξεκινώντας από όρισμένη αντίληψη της κίνησης θα επέτρεπε να συμπεράνουμε την άκίνησία της Γῆς στο κέντρο του κόσμου. Η ανάλυση του Γαλιλαίου τον ξεσκεπάσει τέτοιος που είναι, δηλ. ένα ιδεολογικό και κυκλικό έγχείρημα, το οποίο γεννάει μιάν αντίληψη για την φυσική κίνηση με σκοπό να δικαιωθεί μια κοσμολογική θέση που έχει γίνει δεχτή, χωρίς κριτική. Η δεύτερη άρχη εκφράζεται ρητά στον Άριστοτέλη και θεμελιώνει την άφθαρσία των ούρανών, γιατί η κυκλική κίνηση (ή μόνη που ταιριάζει στα άστρα) δεν περιλαμβάνει το αντίθετό της. Αλλά σε αυτό το σημείο το έργο του κοπερνίκου κριτικού είναι πολύ εύκολο: ο περιπατητικός αντιφάσκει προς τον έαυτό του, γιατί μέσα στον ούρανό των άπλανών άστέρων τα άστρα κατά την κρίση του είναι τα πιο πυκνά σημεία του ούρανού. Ωστόσο, «πυκνότης» και «άραιότης» είναι αντίθετες ιδιότητες, και αυτός είναι ο λόγος που ο ούρανός των άπλανών άστέρων φέρει μέσα του το σπέρμα της γενέσεως και της φθοράς.

Από τη σκοπιά του περιεχομένου της διαλεκτικής επιχειρηματολογίας, εδώ δεν υπάρχει τίποτα νέο. Ας συγκρατήσουμε απλώς την προσπάθεια της κριτικής συστηματοποίησης και έπίσης (αν αναλογιστούμε τον νεαρό Γαλιλαίο του *De motu*) την ολοκλήρωση

της ρητής καταστροφής της άριστοτελικής έννοιας για τη φυσική κίνηση. Τίποτα δεν μάς έμποδίζει, λέγει ο Γαλιλαίος, να αντίληφθούμε μέσα στη φύση χίλια άλλα κέντρα ανάλογα με το κέντρο της Γῆς.

Αναφορικά με το πρόβλημα της ένότητας του κόσμου ή πρωτοτυπία του Γαλιλαίου συνίσταται στο ότι διαμόρφωσε έναν άλλο τύπο επιχειρηματολογίας. Το 1609 ο Γαλιλαίος διδάσκει στην Πάδουα. Εκεί άκούει να γίνεται λόγος για μιάν έφεύρεση που είχε γίνει στην Ολλανδία: έναν φακό που η χρήση του θα επέτρεπε να δούμε τα άτόμακρα αντικείμενα σε μέγεθος ίδιο με τα πιο κοντινά. Ο Γαλιλαίος είχε πάντα μια κλίση (και ένα αξιοσημείωτο τάλαντο) για τις μηχανικές τέχνες. Για δική του χρήση (και βοηθημένος αναμφίβολα από προηγούμενες έφευρέσεις) κατασκευάζει έναν τέτοιο φακό. Η πρωτοτυπία εδώ δεν συνίσταται στη χρησιμοποίηση τεχνικών μεθόδων, αλλά στην ιδέα του να χρησιμοποιήσει φακό για να κοιτάξει τον ούρανό με την πεποίθηση ότι τα αντικείμενα που θα έβλεπε με αυτό τον τρόπο θα είχαν τον ίδιο συντελεστή πραγματικότητας με τα αντικείμενα που παρατηρούνται πάνω στη Γῆ με γυμνό μάτι. Η άλήθεια είναι ότι μια παρόμοια απόφαση δείχνει σε ποίο βαθμό ο Γαλιλαίος έντάσσεται μέσα στο διαμορφούμενο επιστημολογικό πεδίο. Στριζόμενος στη συνοχή του «άντι-συστήματος», στη βαρύτητα των αίτιων που είχε ο ίδιος διατυπώσει και συνάμα στην ώριμανση των προσωπικών του έρευνών πάνω στην κίνηση, ο Γαλιλαίος προσδοκούσε από τη χρήση του φακού πολύ περισσότερα από όσα θα μπορούσαν να περιμένουν οι συγκαίρινοί του. Ο Cremonini, που περνούσε για πνεύμα έλεύθερο και οικείο στον Πιζανό, άρνιόταν τη χρήση του και το έβλεπε μόνο ως αίτια ήμικρανιών. Αντίθετα, για τον Γαλιλαίο η χρήση του φακού άρθρωνόταν με το σύστημα των συμπερασμάτων όπου τον όδηγοΰσε ο συλλογισμός: αν είναι άλήθεια ότι η άριστοτελική έννοια της φυσικής κίνησης κατέρρευσε, αν δεν υπάρχει άπόλυτα έλαφρύ και άπόλυτα βαρύ, αν η χρήση των αρχιμήδειων μεθόδων άνανέωσε τη γνώση των φαινομένων της κίνησης, αν, συνολικά ιδωμένα, αυτά τα συμπεράσματα δεν συμβιβάζονται με την παραδοσιακή κοσμολογία, τότε δεν είναι τάχα θεμιτό

να αντιμετωπίσουμε τον ουρανό ως αντικείμενο και να περιμένουμε από αυτόν, όπως κι από κάθε αντικείμενο, να φανερώσει σε όποιον τον παρατηρεί εξονυχιστικά τις ιδιότητες που κατέχει; Θα έλεγε κανείς ότι η παρατήρηση του ουρανού είχε το επιστημολογικό της πλαίσιο κι έτσι, στο πλαίσιο που βρισκόταν ο Γαλιλαίος, έπρεπε να εφαρμόσει έναν άλλο τρόπο «να σώσει τα φαινόμενα», δηλαδή, στην περίπτωση του, να εδραιώσει στα μάτια όλων την πραγματικότητα εκείνου που παρατηρούσε. Νά γιατί το δεδομένο της παρατήρησης από μόνο του, ως καθαρό αισθητήριο δεδομένο, είναι ανεπαρκές. Το σημαντικό είναι να το ενσωματώσουμε στο επιστημολογικό πεδίο και, όπως γράφει ο Γαλιλαίος το 1611 (τόμος XII, σ. 183), «να προσθέσουμε τον συλλογισμό στις παρατηρήσεις και στα αισθητά φαινόμενα».

Ένα και μόνο παράδειγμα για να διασαφηνίσουμε αυτό το σημείο: η «παρατήρηση» των ήλιακων κηλίδων. Γνωρίζουμε ότι προς τα τέλη του 1610 ο Γαλιλαίος έντοπίζει πάνω στην ήλιακη επιφάνεια σκοτεινές περιοχές που τις αποκαλεί κηλίδες. Πρόκειται τάχα για όπτικές απάτες; Συνεχίζοντας τις παρατηρήσεις του την άλλη χρονιά, ο Γαλιλαίος πείθεται ότι έχει να κάνει με πραγματικά φαινόμενα: αυτές οι κηλίδες μετακινούνται πάνω στην επιφάνεια του Ήλιου από τα ανατολικά προς τα δυτικά και υφίστανται διάφορες μεταλλαγές. Σε συνδυασμό με τις παρατηρήσεις, μέσω των οποίων ο Γαλιλαίος είχε ήδη πιστοποιήσει την ύπαρξη μιάς ανάγλυφης επιφάνειας στη σελήνη, η πραγματικότητα ενός τέτοιου φαινομένου άμφιστοιχε όριστικά το δόγμα της ουράνιας άφθαρσίας. Αλλά αυτή η πραγματικότητα έπρεπε να εδραιωθεί. Κατά παράδοξο τρόπο, ο Γαλιλαίος έμπνεύστηκε (άρνητικά έστω) από τις κριτικές των αντιπάλων του. Οί τελευταίοι, για να περισώσουν την άφθαρσία των ουρανών, είχαν φανταστεί μιά υπόθεση που κατά την κρίση τους συμφωνούσε με το παρατηρούμενο φαινόμενο: γιατί τάχα να μην πούμε ότι οι «κηλίδες» είναι ουράνια σώματα τοποθετημένα σε μιά διαφανή σφαίρα όμοια με τον Ήλιο; Έτσι εξηγούσαν την φαινόμενη κίνησή τους σε σχέση με τον Ήλιο που παρέμενε άφθαρτος. Η απάντηση του Γαλιλαίου (που δεν μπορούμε να την επαναλάβουμε εδώ) ήταν η κινητοποίηση του

όπλοστασίου της προοπτικής, της τριγωνομετρίας και της γεωμετρίας για να δείξει ότι η μόνη υπόθεση, που συμβιβάζεται με τις μεταλλαγές και τις σταθερές που παρατηρούνται στην κίνηση αυτών των υποτιθέμενων σωμάτων, είναι να τα εκλάβουμε ως συναφή με τον Ήλιο. Αυτό δείχνει φανερά ότι δεν μπορούν να είναι ουράνια σώματα.¹ Η συζήτηση είναι επιστημολογικά σημαντική καθώς δείχνει έναν Γαλιλαίο να σώζει το φαινόμενο και τους αντιπάλους του να πιστεύουν μόν το ίδιο για λογαριασμό τους, αλλά επινοώντας μιά καινούργια ουράνια σφαίρα. Περιπλέκουν έτσι το σύστημα του Πτολεμαίου, που βέβαια δεν σκοτίζεται πια για μιά περιπλοκή λιγότερο ή περισσότερο. Ο Γαλιλαίος αντίθετα αλλάζει σύστημα. Ένσωματώνει το φαινόμενο μέσα στο διαμορφούμενο όρθολογικό πεδίο, αυτό το πεδίο που διανοίχθηκε άλλοτε από τον Αρχιμήδη και που η κοπερνίκεια επανάσταση καθορίζει την μορφή του και επιβάλλει την διεύρυνσή του.

β) Η ανάλυση του δεύτερου ζητήματος θα μάς οδηγήσει στα ίδια συμπεράσματα, γι' αυτό και δεν θα επιμείνουμε ιδιαίτερα. Ο Γαλιλαίος ανακεφαλαιώνει τα παραδοσιακά επιχειρήματα υπέρ της άκινήσιας της Γης. Από τον Κοπέρνικο ως τον Bruno τα περισσότερα από αυτά τα επιχειρήματα ήταν αντικείμενο μακρών συζητήσεων. Ιδιαίτερα το περίφημο επιχειρήμα, σύμφωνα με το οποίο μιά πέτρα που θα ριχνόταν από την κορυφή ενός πύργου δεν θα έπεφτε στη βάση του, αν δεχτούμε την υπόθεση της κίνησης της Γης. Ο Bruno το είχε απορρίψει με μεγάλη εύθυμια και με την ευκαιρία αυτή είχε διατυπώσει την (αποδιδόμενη στον Γαλιλαίο) έννοια της σχετικότητας της κίνησης και είχε θεωρήσει τη Γη μαζί με όλα σώματα περιλαμβάνει ως ένα μηχανικό σύστημα, του οποίου όλα τα στοιχεία πρέπει να θεωρούνται αλληλένδετα. Στη διάρκεια αυτής της συζήτησης το πρόβλημα ήταν να ενσωματωθούν στο μετακοπερνίκαιο επιστημολογικό πεδίο τα δεδομένα της επίγειας και καθημερινής εμπειρίας των κινήσεων. Αλλά αυτή η «εμπειρία» επιβεβαιώνει την άκινήσια της Γης. Η περιπατητική κοσμολογία συμφωνεί τέλεια με τον κοινό νοῦ και με

1. Βλ. σχετικά την ανάλυση του M. Clavelin, *op. cit.*, σσ. 200-203.

τόν βαθμό οργάνωσης τῶν τομέων τῆς πρακτικῆς καὶ τῆς τεχνικῆς. Ἄν ἡ Γῆ κινεῖται, τότε πῶς δὲν παρασέρνονται πρὸς τὴν ἴδια κατεύθυνση τὰ σύννεφα καὶ τὰ πουλιὰ; Πῶς συμβαίνει καὶ οἱ ὄβιδες τῶν κανονιῶν βρίσκουν τὸ στόχο τους; Ὅλες αὐτὲς οἱ ἀπορίες ἀπαίτουσαν ἐξέταση. Ἐπρεπε νὰ συντριβεῖ ἡ ἐνότητα τοῦ προκοπερνίκειου πεδίου, πού ἐνσωμάτωνε τέλεια τὰ δεδομένα τῆς ἐμπειρίας. Ἐπρεπε νὰ ἀποδειχτεῖ ὅτι μιὰ ἄλλη ἐνότητα ὄχι μόνο ἦταν δυνατὴ, ἀλλὰ καὶ θεμελιωνόταν στὴν πραγματικότητα τῶν πραγμάτων. Μὲ αὐτὴ τὴν εὐκαιρία ἔπρεπε νὰ βρεθεῖ ἕνας ἄλλος τρόπος νὰ «σωθοῦν» τὰ φαινόμενα, ἀνατρέποντας τὴν καταστατικὴ θέση τοῦ αἰσθητοῦ, δηλαδὴ ἐνσωματώνοντάς το στὸ συγκροτούμενο ὀρθολογικὸ πεδίο. Ποιὰ εἶναι ἡ «πρωτοτυπία» τοῦ Γαλιλαίου σ' αὐτὸ τὸ σημεῖο; Τὸ ὅτι ἡ μορφή τοῦ ὀρθολογικοῦ πεδίου σχεδίαστηκε καλύτερα καὶ ἀκριβέστερα ἀπ' ὅ,τι στοὺς προγενέστερους. Ἄς προσθέσουμε ὅτι ἂν ὁ Γαλιλαῖος ἀπεῖχε (κατὰ πολὺ) ἀπὸ τὴν κοσμολογικὴ τὸλμη τοῦ Bruno, ἀπὸ τὴν ἄλλη ἦταν ἀληθινὸς γεωμέτρης: μπροστὰ στὰ μάτια του τὸ ἐπιστημολογικὸ πεδίο ἦταν (τουλάχιστον ἰδεατὰ) αὐστηρὰ ρυθμισμένο. Νὰ γιατί ἡ συνεισφορά τοῦ Γαλιλαίου στὸ πρόβλημα τῆς ἡμερήσιας κίνησης κατ' οὐσία ἦταν ἡ θεμελιώδης γιὰ τὴ μηχανικὴ διατύπωση τοῦ «συστήματος ἀδράνειας» καὶ ἡ ρητὴ διατύπωση τῆς ἀρχῆς τῆς σχετικότητας τῆς κίνησης. Ἀκόμα καὶ σήμερα, μὲ μιὰ γλωσσικὴ παραδρομὴ συνηθισμένη στοὺς μαθηματικούς, ὀνομάζουμε «μετατροπὲς τοῦ Γαλιλαίου» τὸ σύνολο τῶν μετατροπῶν σὲ σχέση μὲ τὶς ὁποῖες οἱ νόμοι τῆς νευτώνειας μηχανικῆς εἶναι ἀμετάβλητοι. Ἄν παίζετε μὲ μιὰ μπάλλα πάνω στὴ γέφυρα ἐνὸς πλοίου πού κινεῖται ὁμοίμορφα (ἀναγκαῖα συνθήκη), τότε ἡ κίνηση τοῦ πλοίου δὲν θὰ ἐπιδρᾷ καθόλου πάνω στὴν κίνηση τῆς μπάλλας. Τὸ ἴδιο συμβαίνει μὲ τὴ Γῆ πού κινεῖται ὁμοίμορφα: κάθε τμημα τῆς ἐπιφανείας της εἶναι ἕνα σύστημα ἀδράνειας γιὰ τὰ σώματα πού κινοῦνται πάνω σὲ αὐτή. Καί, ἀπὸ αὐτὴ τὴ στιγμή, τὰ δεδομένα τῆς ἐπίγειας ἐμπειρίας γιὰ τὴν κίνηση ἐνσωματώνονται (γιὰ πάντα) στὸ ὀρθολογικὸ πεδίο, μέσα στὸ ὁποῖο θεωρεῖται ἰσχύουσα ἡ κοπερνίκεια ὑπόθεση. Ἔτσι ἡ συνοχὴ τῆς περιπατητικῆς κοσμολογίας ἀχρηστεύεται.

γ) Ἀλλὰ τότε τίθεται τὸ πρόβλημα νὰ προτείνουμε μιὰν ἄλλη

συνοχὴ καὶ νὰ διατυπώσουμε τὶς ἀρχὲς τῆς φύσης πού γιὰ ἕνα διάστημα θὰ ἐξασφαλίσουν τὸ κλείσιμο τοῦ συστήματος τοῦ κόσμου, δηλαδὴ νὰ ἐνοφθαλμίσουμε σὲ μιὰν θετικὴ ἔννοια τοῦ συμπαντος τὰ δεδομένα τῆς ἐπίγειας ἐμπειρίας ἀναφορικὰ μὲ τὴν κίνηση καὶ τὴν ἐμπειρία τῆς κοπερνίκειας ἀστρονομίας. Ἐδῶ πρέπει νὰ διαλύσουμε μιὰ πιθανὴ παρεξήγηση: τὸ γεγονός, ὅτι τὸ σύστημα πρέπει νὰ εἶναι κλειστὸ, δὲν συνεπάγεται διόλου ὅτι ὁ κόσμος πρέπει νὰ εἶναι κλειστὸς ὅπως στὸ *Περὶ οὐρανοῦ*. Τὸ ἀντίθετο ἰσχύει. Ἐπειδὴ ἀκριβῶς ἐτούτῃ ἡ ὁλότητα ἔχει διαρραγεῖ, ἐπειδὴ δὲν μπορούμε πλέον νὰ ἐκλάβουμε τὸν κόσμο ὡς τὸ κατεξοχὴν ζωντανὸ ὄν, πούναι κλεισμένο στὸν ἑαυτό του μέσα στὴν ἐνότητα τῶν ἔξι του κατευθύνσεων καὶ στὴν ἱεραρχία τῶν ἔξι του τόπων, καθίσταται ἀναγκαῖο νὰ θέσουμε στὸν ἑαυτό μας τὴν ἀκόλουθη ἐρώτηση: τί μπορεῖ νὰ σημαίνει γιὰ ἕνα ἀντικείμενο (γιὰ μιὰ μικρὴ σφαῖρα πού πέφτει στὴν ἐπιφάνεια τῆς Γῆς, γιὰ τὴν ἴδια τὴ Γῆ ἢ τὸν ἥλιο) νὰ ἀνήκει στὸν κόσμο; Σύμφωνα μὲ ποιὸ κριτήριον ν' ἀποφασίσουμε γι' αὐτὸ τὸ ἀνήκει; Ὑπάρχει τάχα ἕνα σύστημα κοινῶν ἰδιοτήτων, μιὰ μορφή σχέσεων ἀνάμεσα στὰ πράγματα καὶ στὰ φαινόμενα πού νὰ μᾶς ἀναγκάζει νὰ δεχτοῦμε ὅτι ἀνήκουν στὸν κόσμο;

Σὲ αὐτὴ τὴν ἐρώτηση ἀρχικὰ θὰ ἀπαντήσουμε λέγοντας ὅτι τὰ ἀντικείμενα καὶ τὰ φαινόμενα, οὐράνια ἢ γήινα, ἀνήκουν στὴ φύση. Ἡ φύση θεωρεῖται ὡς τὸ πεδίο ὅπου συσχετίζονται τὰ ἐν κινήσει σώματα καὶ ὡς ὁ τόπος συγκρότησης τῆς ἴδιας τῆς κίνησης. Ἀλλὰ ἡ κίνηση δὲν θεωρεῖται τώρα πιά ὡς «ἡ ἐνέργεια ἐκείνου πού εἶναι δυνάμει καθόσον αὐτὸ εἶναι δυνάμει», δηλαδὴ ὡς πραγμάτωση ἀπὸ μέρους τοῦ κινούμενου ὄντος ἐνὸς εἶδους ὄντολογικῆς μοίρας γραμμένης στὸ βάθος τῶν πραγμάτων. Ἡ κίνηση εἶναι «ἡ μετακίνηση ἐνὸς πράγματος σὲ σχέση μὲ ἕνα ἄλλο» (Ἐπιστολὴ στὸν Πατέρα Castelli, 1η Ἀπριλίου 1607). Ἐτούτῃ ἡ σχετικοποίησις τῆς κίνησης μᾶς ὀδηγεῖ στὸ νὰ συλλάβουμε τὴ φύση ὡς τὸ πεδίο μέσα στὸ ὁποῖο συγκροτοῦνται καὶ ἐπιτελοῦνται οἱ ἀμοιβαῖες μετακινήσεις τῶν σωμάτων βάσει σχέσεων πάντοτε ἐντοπίσιμων. Σὲ σχέση μὲ τὴν παράδοση ἐδῶ συμβαίνει μιὰ ἀξιοσημείωτη ἀνατροπὴ. Θὰ μπορούσαμε νὰ ποῦμε ὅτι γιὰ τὸν Ἀρι-

στοτέλη του *Περί ουρανοῦ* ἡ ἔννοια φύσις εἶναι ἓνα στοιχεῖο τῆς ἔννοιαις κόσμος. "Ἄν ὑπάρχει κίνηση καὶ στάση (συνεπῶς φύση), τοῦτο ὀφείλεται στὸ γεγονός ὅτι ἡ ὄντολογικὴ τάξη τοῦ κόσμου ἀπαιτεῖ νὰ περάσουμε στὸ ἐνεργεία." Ἔτσι ἀνατρέπεται ἡ θέση τῶν ἐννοιῶν: ἡ φύση, δηλ. τὸ σύστημα τῶν μηχανικῶν κινήσεων εἶναι αὐτὸ πού σὲ κάθε τόπο συγκροτεῖ τὴν ὑφὴ τοῦ σύμπαντος, αὐτὸ μέσα στὸ ὁποῖο κάθε φαινόμενο τοῦ σύμπαντος πρέπει νὰ πάρει α ἄριστο τῆ θέσης του καὶ νὰ καθοριστεῖ. "Ἄν λοιπὸν ὑπάρχει ἓνας κόσμος, εἶναι γιὰ τὸ σύστημα τῶν κινήσεων ὑπακούει σὲ ἓνα νόμο τῆς τάξης, πού ἐκφράζει τὴν ἐγγενῆ στὴν ὑφὴ τῆς φύσης ὀρθολογικότητα. Εἶναι ἀναμφίβολο ὅτι ὁ Γαλιλαῖος συνέλαβε αὐτὴ τὴν ὑφὴ μὲ ἀρχιμήδειο τρόπο. Ἡ κίνηση εἶναι μετάθεση· ἀλλὰ ὁ τόπος τῆς μετάθεσης εἶναι ὁ χῶρος τοῦ γεωμέτρη, ὁ χῶρος μέσα στὸν ὁποῖο τὰ μέτρα παραμένουν ἀμετάβλητα, ἐνῶ ὅσα μεγέθη ὀρίζουμε μέσῳ τῆς ἀνάλυσης τῶν φαινομένων μποροῦν νὰ συντεθοῦν μεταξύ τους σύμφωνα μὲ τοὺς αὐστηροὺς νόμους τοῦ ἀριθμοῦ. Τὸ συμπέρασμα πού προκύπτει εἶναι ὅτι ἡ τάξη τοῦ κόσμου δὲν θὰ μπορούσε νὰ εἶναι ἡ ἱεραρχικὴ συναρμογὴ τῶν στοιχείων. Εἶναι ὁ ἀρμονικὸς συνδυασμὸς τῶν κινήσεων, συνδυασμὸς πού δὲν μπορεῖ νὰ φανερωθεῖ παρὰ μόνο σὲ ὅποιον παρατηρεῖ καὶ κατανοεῖ τὰ οὐράνια ἢ ἐπίγεια φαινόμενα τῆς κίνησης. Ἀπὸ αὐτὴ τὴ στιγμὴ ἐμφανίζεται ἡ ἀπαίτηση μιᾶς σημαντικῆς ἀνατροπῆς τῶν καταστατικῶν ἀρχῶν τοῦ ἰδεατοῦ προτύπου τοῦ κόσμου καὶ τῆς σχέσης του μὲ τὰ φαινόμενα. «Σῶζειν τὰ φαινόμενα» στὴν ἀρχαία κοσμολογία σήμαινε νὰ διαθέτεις ἓνα μοντέλο πού μπορεῖς πάντα νὰ τροποποιεῖς ἀφήνοντας ἀμετάβλητη τὴν οὐσιαστικὴ φύση του (συνθέτοντας δηλ. ἐντὸς του μόνο ὁμοιόμορφες καὶ κυκλικές κινήσεις) μὲ τρόπο τέτοιο ὥστε νὰ εἶναι δυνατὴ ἡ συναγωγὴ ἐνὸς συμπεράσματος παρατηρήσεων (βλ. τὴν στάση τῶν ἀντιπάλων τοῦ Γαλιλαίου ἀπέναντι στὶς ἡλιακές ἀκηλίδες). Τώρα τὸ «σῶζειν τὰ φαινόμενα» ἔχει ἄλλο νόημα: σημαίνει νὰ μποῦμε στὴ γνώση τῆς ὑφῆς τοῦ σύμπαντος μὲ τέτοιο τρόπο, ὥστε τὸ παρατηρήσιμο νὰ εἶναι προβλέψιμο, δηλαδή καθορισμένο ἀπὸ τὸ σύστημα τῶν σχέσεων πού συγκροτοῦν τὸ πεδίο τῶν ἐν κινήσει σωμάτων. Ἔτσι πιθανῶς ἐξηγεῖται ἡ σύνεση τοῦ Γαλιλαίου ἀπέναντι στὸ ζήτημα

τῆς ἀπειρίας τοῦ κόσμου (πού τὸ θεωρεῖ ἄλυτο, ἐπειδὴ ἀναμφίβολα δὲ θέλει νὰ ὑπερβεῖ τὰ ὅρια τοῦ παρατηρήσιμου). Ἄλλὰ στὸν *Διάλογο* (III, σ. 347) εἶχε γράψει γιὰ τὸν κόσμο πῶς «τίποτε δὲν μᾶς ἐξουσιοδοτεῖ νὰ βεβαιώσουμε ὅτι εἶναι πεπερασμένος καὶ περιορισμένος κι ὄχι ἀπειρος καὶ ἀπεριόριστος», θέλοντας ἔτσι νὰ τονίσει ὅτι εἶχε σημασία νὰ ἀποσυνδέσουμε ριζικὰ τὴν ἔννοια τῆς τάξης τοῦ κόσμου ἀπὸ τὴν ἔννοια τῆς περατότητας.

Ἄν ἡ τάξη τοῦ κόσμου συνίσταται στὴν ὀργάνωση τῶν κινήσεων τῶν σωμάτων πού τὸν ἀποτελοῦν, τότε πῶς μπορεῖ νὰ καθοριστεῖ ἡ ἀρχὴ μιᾶς τέτοιας ὀργάνωσης; Πάνω σὲ αὐτὸ τὸ ζήτημα ἡ ἀπάντηση τοῦ Γαλιλαίου ἦταν, καθὼς γνωρίζουμε, ἀπὸ πολλὲς πλευρές, ἀτυχῆς. Εἶχε δεχτεῖ τὸ πρωτεῖο τῆς κυκλικῆς καὶ ὁμοιόμορφης κίνησης θεωρώντας τὴν ὡς τὴ μόνη ἱκανὴ νὰ διατηρήσει τὴν τάξη μέσα στὸ σύστημα τῶν κινήσεων πού συγκροτοῦν τὸ σύμπαν. Μάλιστα χρησιμοποίησε ξανά τὸ παραδοσιακὸ λεξιλόγιο, ἀποκαλώντας τὴν κυκλικὴ κίνηση «φυσικὴ» καὶ δειχόντας ἔτσι, ἀντίθετα μὲ ὅ,τι ὑποστήριζε ὁ Ἄριστοτέλης, πῶς ἡ εὐθύγραμμη κίνηση δὲν θὰ μπορούσε νὰ εἶναι «φυσικὴ». Ἐδῶ πάντως δὲν θὰ ἔπρεπε νὰ μᾶς ξεγελάσει τὸ λεξιλόγιο: ἡ ἐκφραση «φυσικὴ» δὲν ὑποδηλώνει ὁποιοδήποτε ὄντολογικὸ καθορισμὸ, παρὰ ἔχει σημασία οὐσιωδῶς κινήματικῆ. Ἄν ἡ κυκλικὴ κίνηση χαρακτηρίστηκε φυσικὴ, αὐτὸ ἐγινε ἐπειδὴ (ἂν ἐξαιρέσουμε τὴν περίπτωση τῆς στάσης) εἶναι τὸ μόνο εἶδος κίνησης πού δυνάμει τῶν κινήματικῶν τῆς ιδιοτήτων δὲν ἀλλοιώνει σὲ τίποτα τὴ σχέση ἀνάμεσα στὸ σῶμα πού κινεῖται καὶ στὰ γειτονικὰ σώματα· συνεπῶς συντηρεῖ τὴν διάταξη τῶν ἐν κινήσει σωμάτων, μὲ τὴν προϋπόθεση βέβαια (πράγμα πού ἔχει γίνε δεκτὸ ὡς ἀρχὴ) ὅτι μιὰ τέτοια διάταξη ὑπάρχει.

Γνωρίζουμε τί ἐμπόδια δημιούργησε αὐτὴ ἡ ἀρχὴ γιὰ τὴν κοσμικὴ τάξη: σ' αὐτὴν ὀφείλεται ἡ πλάνη σχετικὰ μὲ τὴ φύση τῶν κομητῶν καὶ ἡ ἀδυναμία ν' ἀνακαλυφθεῖ ἡ ἐλλειπτικὴ φύση τῆς τροχιάς τῶν πλανητῶν ὅπως τὴν ἀνακάλυψε ὁ Κέπλερ. Ἐπίσης ὅμως, ὅπως τὸ ἔδειξε θαυμάσια ὁ Κουγέ, δυσκόλεψε τὴ σαφὴ διάτυπωση τῆς ἀρχῆς τῆς ἀδράνειας, πού μολαταῦτα εἶναι θεμελιώδης γιὰ τὴ νέα μηχανικὴ. Ἄλλὰ αὐτὴ ἡ ἀρχὴ τῆς τάξης ἔδινε

πρόσκαιρα στην κοπερνίκεια εικόνα του κόσμου την συνοχή και την ενότητα της.

Ἡ γαλιλαϊκὴ ἐπιστημολογία.

Ξέρουμε τί ὀφείλει ἡ μηχανικὴ στὸν Γαλιλαῖο. Ἀνάμεσα στὸ 1591 καὶ στὸ 1638 ὁ Γαλιλαῖος καταπιάνεται μὲ πολλὰ προβλήματα: τὴν πτώση τῶν σωμάτων, τὴν κίνηση τῶν βλημάτων, τὴν ἀντοχὴ τῶν ὑλικῶν καὶ τὴν κρούση, γιὰ νὰ περιοριστοῦμε στὰ πιὸ σημαντικά. Ἡ ἐπιτυχία του εἶναι ἄνιση: πλανᾶται στὸ πρόβλημα τῆς κεντρόφυγης δυνάμεις, ἐνῶ ἀναφορικὰ μὲ τὸ πρόβλημα τῆς κρούσης δὲν λείει τίποτε, τὸ ἱκανοποιητικὸ.

Ἀλλὰ τὸ οὐσιῶδες γιὰ μᾶς εἶναι νὰ ἀντιληφθοῦμε τὴ φύση τῶν μεθόδων τοῦ Γαλιλαίου καὶ νὰ ὑπογραμμίσουμε τὴν καινοτομία τῶν ἐνοιῶν πού διατύπωσε. Εἰπώθηκε καὶ ἐπαναλήφθηκε συχνά ὅτι ὁ Γαλιλαῖος πραγματοποίησε τὴν ἐνότητα τῆς ἐμπειρίας καὶ τῶν μαθηματικῶν. Ἐντούτοις πρέπει νὰ δοῦμε τί σημαίνει μιὰ τέτοια πρόταση. Τὸ ἀντιλαμβανόμεστε διαβάζοντας τὸ *Λόγοι καὶ ἀποδείξεις σχετικά μὲ τὶς δύο νέες ἐπιστῆμες*, ἰδιαίτερα ὅμως τὴν *Πραγματεία*, πού εἶναι γραμμένη στὴ λατινικὴ καὶ ἀφιερωμένη στὴν ὁμοιόμορφα ἐπιταχυνόμενη κίνηση. Ἀρχίζοντας, σημασία ἔχει νὰ καθορίσουμε τὴν ἔννοια τῆς ὁμοιόμορφα ἐπιταχυνόμενης κίνησης μὲ τρόπο «ἐπακριβῶς σύμφωνα μὲ αὐτὴ τὴ μορφή ἐπιτάχυνσης τῶν κατερχόμενων βαρέων σωμάτων πού χρησιμοποιεῖ ἡ φύση». Ἐδῶ βρῖσκεται τὸ οὐσιῶδες. Ἡ κινηματικὴ ἔννοια τῆς ὁμοιόμορφα ἐπιταχυνόμενης κίνησης εἶναι πολὺ παλαιά. Κατὰ τὸν δέκατο τέταρτο αἰῶνα οἱ θεολόγοι μαθηματικοὶ τῆς Σχολῆς τῆς Ὁξφόρδης καὶ μετὰ ἀπὸ αὐτοὺς ὁ Oresme τὴν εἶχαν καθορίσει εὐστοχα. Ὡστόσο ποτὲ δὲν διανοήθηκαν ὅτι μπορούσε νὰ ἐφαρμοστεῖ στὰ φαινόμενα τῆς πτώσης τῶν σωμάτων. Κατ' αὐτοὺς οἱ μαθηματικοὶ ὀρισμοὶ ἀναφέρονταν σὲ ἔννοιες πού ἀνήκαν σὲ ἓναν κόσμον διαφορετικὸ ἀπὸ τὸν αἰσθητό. Ἡ παρατήρηση τῶν πραγμάτων, ἡ ἐπενέργεια πάνω στὴ φύση καὶ ἡ μαθηματικὴ σκέψη ἦταν γι' αὐτοὺς ἑτερογενεῖς δραστηριότητες, πού δὲν ὀδηγοῦσαν στὸ ἴδιο ὄντολο-

γικὸ ἐπίπεδο. Θὰ μπορούσαμε νὰ ποῦμε ὅτι ἡ γαλιλαϊκὴ ἐπανάσταση συνίσταται στὸ ὅτι ἡ μαθηματικὴ ἐπιστῆμη μπορεῖ νὰ καθορίσει μέσα στὴν ἴδια τὴν καρδιά τῆς φύσης τὰ προσιτὰ συστήματα τῶν παρατηρήσιμων φαινομένων. Σὲ τέτοιο σημεῖο μάλιστα, ὥστε γιὰ τὸν Γαλιλαῖο ὁ ἐκγεωμετρισμὸς τῆς κίνησης, τὸν ὁποῖο παρουσιάζει μέσα στοὺς *Λόγους*, διόλου δὲν παρουσιάζεται ὡς παρέκκλιση ἢ ὡς φυγὴ σὲ ἓναν νοητὸ κόσμον, ἀλλὰ ὡς ἄμεση εἴσοδος στὸ ἀληθινὸ πλαίσιο τῆς φύσης, τοῦ ὁποῖου ἡ αἰσθητὴ μας ἐμπειρία δὲν εἶναι παρὰ μιὰ ἔκφραση καὶ ἓνα παράγωγο. Μέσα σὲ αὐτὴ τὴν κίνηση γινόμαστε μάρτυρες μιᾶς ἀναστροφῆς τῆς ἔννοιας τῆς συγκεκριμένης πραγματικότητας. Τὸ συγκεκριμένο δὲν δίδεται πλέον μέσα στὸ σύστημα τῶν παραστάσεων πού καθορίζεται μὲ ἀφετηρία τὸν κοινὸ νοῦ: ἡ συνοχὴ αὐτοῦ τοῦ συστήματος θὰ ἐγκλειστεῖ στὸν ὀρίζοντα τοῦ ἀριστοτελισμοῦ καὶ θὰ τὸν τροφοδοτήσῃ χωρὶς νὰ εἶναι δυνατὸ νὰ ξεφύγει ποτὲ ἀπ' αὐτόν. Μέσα στὸ *Διάλογο* καὶ στοὺς *Λόγους* αὐτὸ ἀντιπροσωπεύει ὁ χαρακτήρας τοῦ Σιμπλικίου: ἔχει ἐγκλωβιστεῖ μέσα σὲ αὐτὴ τὴν ὀλότητα, τὴν ὁποία δὲν μπορεῖ νὰ διασπάσει καὶ τὴν ὁποία ἡ παράδοση εἶχε πλάσει συνενώνοντας τὸν κοινὸ νοῦ μὲ τὸν ἀριστοτελισμὸ. Μπορεῖ νὰ κινεῖται μέσα σὲ αὐτὴ τὴν ὀλότητα καὶ νὰ κάνει μεταθέσεις μέσα της, πράγμα πού τοῦ προσφέρει ὑλικὸ γιὰ συζήτηση· ἀλλὰ γι' αὐτὸν τούτῃ ἡ ὀλότητα εἶναι τὸ ἴδιο τὸ συγκεκριμένο, ὁ κόσμος στὴν ὀλοκληρωμένη ἔλλογη συνοχὴ του. Ὁ Σιμπλικίος δὲν μπορεῖ νὰ βγεῖ ἀπὸ τούτῃ τὴν ὀλότητα· βγαίνει μόνο ἐκεῖνος πού τὴ βλέπει διασπασμένη. Γι' αὐτὸν τὸν τελευταῖο τὸ συγκεκριμένο, τὸ σημεῖο τοῦ βάρους τῶν πραγμάτων, εἶναι κυρίως τὸ ἀφηρημένο, δηλ. ἡ μαθηματικὴ παράσταση ὡς ἀπλὸ σημεῖο τῆς παραγωγικῆς φύσης. Νὰ γιατί ἡ ἐμπειρία (*le sensate esperienze*) εἶναι γιὰ τὸν Γαλιλαῖο ἓνα δευτερεῦον στοιχεῖο πού ἔχει σημασία μονάχα δεμένη μὲ τὴν κίνηση τῆς ἔλλογης ἐπιχειρηματολογίας πού κανόνας της εἶναι τὰ μαθηματικά. Καταλαβαίνουμε λοιπὸν γιατί εἶχε συγχαρεῖ τὸν Ἀρίσταρχο καὶ τὸν Κοπέρνικο πού ἀψήφώντας τις προφάνειες τῆς αἰσθητῆς ἐμπειρίας προτίμησαν ἐκεῖνο πού τοὺς ὑπαγόρευε ὁ συλλογισμὸς». Ὁ Γαλιλαῖος συνόψισε αὐτὴ τὴν ἀποψη σὲ ἓνα περίφημο κείμενο στὸ *Il Saggiatore*: «Ἡ φιλοσοφία εἶναι

γραμμένη μέσα σε αυτό το μεγάλο βιβλίο που είναι διαρκώς ανοιχτό μπροστά στα μάτια μας (έννοώ, το σύμπαν) και δεν μπορούμε να το κατανοήσουμε, αν πρώτύτερα δεν μάθουμε να διαβάζουμε τη γλώσσα και τα γράμματα, με τα οποία έχει γραφτεί. 'Αλλά είναι γραμμένο σε μαθηματική γλώσσα, και τα γράμματά του είναι το τρίγωνο και ο κύκλος και άλλα γεωμετρικά σχήματα, χωρίς τα οποία είναι ανθρωπίνως αδύνατο να καταλάβουμε έστω και μια λέξη...» ("Εργα, πρώτος τόμος, σ. 232).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Opere di Galileo Galilei, Ed. Nazionale, 20 τόμοι, a cura di A. Favaro, Φλωρεντία, 1890-1909.

Για Γαλλόφωνους ανάγνωσης: *Dialogues et lettres choisies*, μτφ. P. H. Michel, Paris, 1966.

Μερικές μελέτες:

A. Banti: *G. Galilei*, Milano, 1949.

M. Clavelin: *La philosophie naturelle de Galilée*, Paris, 1968.

L. Geymonat: *G. Galilei*, Torino, 1957.

A. Koyré: *Études galiléennes*, 3 τόμ., Paris, 1939.

L. Olschki: *Galileo und seine Zeit*, Halle, 1927.

G. di Santillana: *Le procès de Galilée*, Paris, 1956.

Wohlfil: *Galilei und sein Kampf für die Copernicanische Lehre*, Hamburg, 1909.

IV

DESCARTES

του JEAN-MARIE BEYSSADE

Φιλοσοφική επανάσταση;

Έν τέλει παρουσιάστηκε ο Descartes. Άν δεν υπήρξε ο πρώτος που φιλοσόφησε στη Γαλλία, ήταν ένας από τους πρώτους που φιλοσόφησε στη γαλλική γλώσσα για τους ανθρώπους με καλή κοινωνική θέση και για τις γυναίκες, καθώς επίσης και στη λατινική γλώσσα για την διεθνή των σοφών. Έπειδή αφάνισε «τη γλώσσα και το γούστο της Σχολαστικής»,¹ παρευθής πίστεψαν ότι πραγματοποίησε μια επανάσταση, ότι επανασυνδέθηκε μετά από είκοσι αιώνες με τη ριζοσπαστική προβληματική της Ελλάδας και έδωσε έσαει την ακλόνητη απάντηση του ιδεαλισμού. Όπως λέγεται, όχι μόνο έμαθε στη φιλοσοφία μια νέα γλώσσα, αλλά και στην ανθρωπότητα έναν τρόπο να σκέφτεται, «πολύ πιδ έκτιμητέο από την ίδια του τη φιλοσοφία, που ένα μεγάλο μέρος της αποδείχεται λαθεμένο ή άοριστο, σύμφωνα με τους κανόνες που ο ίδιος μάς διδάξε»,² και επίσης μάς έμαθε την άβολη απαίτηση της προφά-

1. *Méditations*, 'Ο εκδότης στον αναγνώστη, IX, 2.

Παραπέμπουμε στον Descartes σύμφωνα με την χρηστική έκδοση Adam και Tannery (A.T.) σημειώνοντας τον τόμο με ρωμαϊκούς αριθμούς και τη σελίδα με άραβικούς.

2. Fontenelle, *Digression sur les Anciens et les Modernes*.