

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΟΥΡΕΛΟΣ, Θεσσαλονίκη

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΚΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

1. Οί δυσκολίες που συναντά πολλές φορές ή ανθρώπινη σκέψη στη διερεύνηση των βασικών προβλημάτων που την απασχολούν, συχνά προέρχονται από μια κακή κατάταξη, από μια ανεπάρκεια σχηματικών παραστάσεων, ή ακόμα, από ένα ακατάλληλο φωτισμό, που έχουν ως αποτέλεσμα να συνδέουν και να συμπλέκουν σειρές άνομοιογενών φαινομένων, με τέτοιο τρόπο, που να είναι δύσκολο για το μελετητή να βρῇ τὸν πραγματικό μίτο τῆς Ἀριάδνης που θὰ τοῦ ἐπιτρέψει νὰ βγῇ ἀπὸ τὸ λαβύρινθο, ὅπου μέσα εἶναι κλεισμένος. Ὁ κυριότερος λόγος ἴσως νὰ ὀφείλεται, στὶς μέρες μας, στὴν ἱλιγγιώδη πορεία τῶν ἰδεῶν ἐδῶ καὶ ἓνα αἶώνα, στὴν ἐμφάνιση ἀπρόβλεπτων φαινομένων, μέσα ἀπὸ τὰ πολύπλοκα ὄργανα ἔρευνας, που ἡ ἐπιστήμη ἔχει δημιουργήσει, που ὄχι μόνο ἀνοίγουν καινούργιους ὀρίζοντες στὴ γνώση, ἀλλὰ τῆς ἐπιβάλλουν νὰ ἀλλάζῃ κάθε τόσο τὴν εἰκόνα που ἔχει σχηματίσει τοῦ κόσμου γιὰ νὰ τὴν ἀντικαταστήσῃ μὲ μιὰν ἄλλη.

Μέσα στὸν ἱλιγγο αὐτὸν τῆς ἀλλαγῆς, που σὲ μεγάλο βαθμὸ ὀφείλεται στὸν ὀλοένα ἐπιταχυνόμενο ρυθμὸ μὲ τὸν ὁποῖο προχωροῦν ἡ ἐπιστήμη καὶ ἡ τεχνική, ὁ ἄνθρωπος χάνει τὰ βήματά του καὶ ἀντικρύζοντας τὰ φαινόμενα, που αὐτὲς συσσωρεύουν μπροστὰ στὰ μάτια του, θέτει κάθε στιγμὴ μὲ ἀγωνία τὸ ἐρώτημα: Ποιὸς εἶναι ὁ πραγματικὸς κόσμος; Γιατὶ τούτῃ τὴ φορὰ δὲν ἔχει νὰ κάνῃ μὲ τὸ μυθολογικὸ κόσμο, που δημιούργησε ἡ ἀνθρώπινη φαντασία σὲ παλαιότερες ἐποχές, μὰ μὲ τὸν ἀντικειμενικὸ καὶ στερεὰ συγκροτημένο κόσμο, που τοῦ παρουσιάζει ἡ ἐπιστήμη. Κι ὅμως τὰ τελευταῖα χρόνια ὁ ἄνθρωπος αἰσθάνεται ὅτι ὁ κόσμος αὐτὸς ἔχει χάσει κάτι ἀπὸ τὴν παλιὰ σταθερότητά του, ὅτι τὴ στερεὴ πραγματικότητα τοῦ περασμένου αἵωνα τὴν ἔχει ἀντικαταστήσει μιὰ διάχυτη καὶ ρευστὴ πραγματικότητα, που ἡ εἰκόνα της μεταβάλλεται κάθε στιγμὴ.

Ὅποιαδήποτε καὶ ᾗν εἶναι ἡ περιοχὴ στὴν ὁποία θὰ ρίξωμὲ τὸ βλέμμα, θὰ διαπιστώσωμὲ πόσο συγκλονιστικὴ εἶναι ἡ καλπάζουσα αὐτὴ ἀλλαγὴ. Εἴτε ἀντιμετωπίζωμὲ τὴν περιοχὴ τοῦ μακροκόσμου, εἴτε τὴν περιοχὴ τοῦ μικροκόσμου, τὸ θέαμα εἶναι τὸ ἴδιο. Στὴν περιοχὴ τοῦ μακροκόσμου, ἡ σύγχρονη ἀστρονομία μὲ τὴν κατάταξη καὶ τὴ μελέτη τοῦ ἀναρίθμητου



πλήθους τῶν νεφελοειδῶν, μὲ τὴν ἀνακάλυψη νέου εἴδους εὐρανίων σωμάτων, ὅπως τὰ quasars καὶ τὰ pulsars, μὲ τὴ μετάβαση τοῦ ἀνθρώπου στὴ σελήνη, μὲ τὴ φωτογράφιση ἀπὸ διαστημόπλοια τῆς ἐπιφανείας τῶν πλανητῶν καὶ γενικὰ μὲ τὰ μέσα ἔρευνας ποὺ διαθέτει, μᾶς δίνει μιὰ διαφορετικὴ εἰκόνα τοῦ κοσμικοῦ σύμπαντος ἀπὸ αὐτὴ ποὺ μᾶς ἔδινε ἡ ἀστρονομία τοῦ περασμένου αἰῶνα. Μὲ ἀνάλογο τρόπο, στὴν περιοχὴ τοῦ μικροκόσμου, ἡ ἀτομικὴ φυσικὴ μᾶς βάζει μπροστὰ σ' ἓνα τέτοιο πλῆθος σωματιδίων, μὲ τόσο πολὺπλοκὴ δομὴ, ποὺ δὲν ξέρομε πιά τί ἔννοια πρέπει νὰ δώσωμε σ' αὐτὸ ποὺ ὀνομάζομε φυσικὸ κόσμος. Γιατὶ ὁ σταθερὸς κόσμος τῶν καθημερινῶν μας παραστάσεων γίνεται μέσα στοὺς θαλάμους τῶν πειραματισμῶν μας ἓνας φασματικὸς κόσμος. Ἡ ὕλη μεταβάλλεται σὲ ἓνα ἐκτόπλασμα ὕλης. Φτάνει νὰ σκεφθοῦμε τὴν πληθώρα τῶν ἀκτινοβολιῶν καὶ τῶν κυμάτων ποὺ ἔχει ἀνακαλύψει ἡ ἐπιστῆμη ἐδῶ καὶ ἓνα αἰῶνα, γιὰ νὰ ἀντιληφθοῦμε πόσο ἀντιθετικὴ καὶ διάχυτη παρουσιάζεται σήμερα ἡ φύση τοῦ σταθεροῦ κόσμου τῶν στερεῶν σωμάτων τῆς παλιᾶς ἐποχῆς.

Μὰ ἂν στρέψωμε τὸ βλέμμα μας καὶ σὲ ἄλλες περιοχὲς τοῦ πραγματικοῦ, θὰ δοῦμε ὅτι συμβαίνει κάτι ἀνάλογο. Ἄν πάρωμε, λόγου χάρη, γιὰ παράδειγμα τὴν περιοχὴ τῆς Ψυχολογίας καὶ τῆς Κοινωνιολογίας εἶναι εὐκόλο νὰ διαπιστώσωμε ὅτι οἱ νέοι προσανατολισμοί, ὅπου μέσα οἱ ἐπιστῆμες αὐτὲς ἔχουν ἐνταχθῇ, ἔχουν μεταμορφώσει ὁλότελα τὴν εἰκόνα τοῦ ψυχικοῦ καὶ κοινωνικοῦ χώρου. Μὲ τὸν ἴδιο τρόπο ποὺ ἔχει μεταβληθῇ ἡ μορφή τοῦ φυσικοῦ κόσμου, ἔχει μεταβληθῇ καὶ ἡ μορφή τοῦ ἀνθρώπου. Ἔτσι ὥστε, περισσότερο ἴσως ἀπὸ κάθε φορὰ ἀπὸ τότε ποὺ ὑπάρχει φιλοσοφία, μπαίνει ἀγωνιώδης τὸ ἐρώτημα: ποιά εἶναι ἡ μορφή τοῦ πραγματικοῦ κόσμου;

Τὸ ἐρώτημα βέβαια δὲν εἶναι καινούργιο. Ἀρκεῖ νὰ ἀνοίξω γιὰ μιὰ στιγμή τοὺς «Μεταφυσικοὺς στοχασμοὺς» τοῦ Descartes γιὰ νὰ δῶ ὅτι στὸν τρίτο Στοχασμὸ θέτει τὸ ἴδιο ἐρώτημα, παίρνοντας γιὰ ἀφορμὴ τὴν εἰκόνα τοῦ ἡλίου. Ποιὸς εἶναι ὁ πραγματικὸς ἥλιος; Ὁ μικρὸς αὐτὸς χρυσὸς δίσκος ποὺ βλέπουν τὰ μάτια μας ἀπὸ τὴ γῆ, ἢ ἡ τεράστια αὐτὴ σφαῖρα ποὺ συλλαμβάνει ὁ νοῦς μου μὲ τὴ βοήθεια μιᾶς ἐπιστήμης ὅπως ἡ ἀστρονομία, ἥλιος ὁ ὁποῖος ὅμως δὲν ὑποπίπτει ἅμεσα στὶς αἰσθήσεις μας;¹ Θὰ μπορού-

1. Ἴδου τί γράφει ὁ Descartes, ἀφοῦ διαπιστώσει ὅτι οἱ ιδέες ποὺ σχηματίζει ὁ νοῦς μας δὲν ἀνταποκρίνονται πάντα πρὸς τὶς παραστάσεις ποὺ μᾶς δίνουν οἱ αἰσθήσεις μας: *Je trouve en moi deux idées du soleil toutes diverses: l'une tire son origine des sens, et doit être placée dans le genre de celles que j'ai dit ci-dessus venir de dehors, par laquelle il me paraît extrêmement petit; l'autre est prise des raisons de l'astronomie, c'est-à-dire de certaines notions nées avec moi, ou enfin est formée par moi-même de quelque sorte que ce puisse être, par laquelle il me paraît plusieurs fois plus grand que toute la terre. Certes ces deux idées que je conçois du soleil ne pouvant pas être toutes deux semblables au mé-*

σαμε νὰ θέσωμε καὶ σήμερα ἀκόμη τὸ ἴδιο ἐρώτημα γιὰ τὸν ἥλιο, πολλαπλασιάζοντας ὅμως τούτη τὴ φορά ἀκόμα περισσότερο τοὺς παράγοντες. Ποιὸς εἶναι ὁ πραγματικὸς ἥλιος; Ὁ χρυσοῦς δίσκος ποὺ μᾶς δείχνουν τὰ μάτια μας, ὁ τεράστιος δίσκος μὲ τὶς κηλίδες ποὺ μᾶς δείχνουν τὰ τηλεσκόπιά μας, ἢ τὸ πυρακτωμένο νεφέλωμα μὲ τὶς ἀδιάκοπες ἐκρήξεις ἀτόμων, μὲ τοὺς ἡλιακοὺς ἀνέμους, τὶς διάφορες ἀκτινοβολίες καὶ τὸ τεράστιο πεδίο ἔλξεως ποὺ μᾶς παρουσιάζει ἡ ἀστροφυσικὴ; Δὲν θὰ δίναμε ὅμως τὴν ἴδια ἀπάντηση ποὺ δίνει ὁ Descartes. Ὁ πραγματικὸς ἥλιος εἶναι ὅλα αὐτά. Εἶναι κι αὐτὸς ποὺ μᾶς παρουσιάζουν τὰ μάτια μας, κι αὐτὸς ποὺ μᾶς δείχνουν τὰ τηλεσκόπια, κι αὐτὸς ποὺ μελετοῦν ἡ ἀστροφυσικὴ καὶ ἡ ἀστρονομία. Μόνο ποὺ τὸν ἀντιμετωπίζομε κάθε φορά κάτω ἀπὸ μιὰ ἄλλη κλίμακα, μὲ βάση μιὰ διαφορετικὴ προοπτικὴ, ποὺ ἡ ἀλλαγὴ κλίμακος δημιουργεῖ καὶ μᾶς ὁδηγεῖ στὸ νὰ σχηματίζωμε μιὰ διαφορετικὴ εἰκόνα τοῦ ἴδιου φαινομένου.

Μὲ ἀνάλογο τρόπο θὰ ἀπαντούσαμε καὶ γιὰ τὴν τοποθέτηση κάθε ἄλλου φαινομένου, εἴτε αὐτὸ ἀνήκει στὸ φυσικὸ εἴτε ἀνήκει στὸν ψυχικὸ καὶ τὸν κοινωνικὸ χῶρο. Δὲν ἔχομε κατ' ἀνάγκη μιὰ μοναδικὴ εἰκόνα τῶν φαινομένων αὐτῶν, ἀλλὰ τόσες εἰκόνες ὅσες εἶναι καὶ οἱ κλίμακες, μὲ βάση τὶς ὁποῖες τὰ ἀντιμετωπίζομε. Ὅταν πρόκειται γιὰ τὰ φυσικὰ φαινόμενα κινιόμαστε σὲ τρεῖς διαφορετικὲς κλίμακες. Στὴν ἀστρονομικὴ κλίμακα τῶν ἱλιγγιωδῶν μεγεθῶν, στὴ μέση κλίμακα τοῦ κοινοῦ ἀνθρώπου καὶ στὴ μικροσκοπικὴ κλίμακα τῶν ἀτομικῶν φαινομένων. Ὡστόσο δὲν δίνομε τὴν πρέπουσα γνωσιοθεωρητικὴ ἀξία στὸ γεγονὸς αὐτό. Ξεχνοῦμε ὅτι ἓνα φαινόμενο δὲν μπορεῖ νὰ ἔχη ἀντικειμενικὴ ὑπόσταση ἀνεξάρτητα ἀπὸ τὴν κλίμακα σὲ σχέσιν μὲ τὴν ὁποία τὰ ἀντιλαμβανόμαστε. Ὅπως ὅμως πολὺ σωστὰ παρατηρεῖ ἓνας παλαιότερος μελετητὴς τῆς φυσικοχημείας, ὁ Ph. A. Guye, ποὺ ἀσχολήθηκε ἰδιαίτερα μὲ τὸν προσδιορισμὸ τῶν ἀτομικῶν βαρῶν ὀρισμένων στοιχείων ὅπως τὸ ἄζωτο, «εἶναι ἡ κλίμακα ποὺ δημιουργεῖ τὸ φαινόμενο»².

Ἄν δὲν λάβωμε ὑπ' ὄψει τὸ σημαντικὸ αὐτὸ γεγονός, εἶναι πολὺ φυσικὸ νὰ συγχέωμε τὶς προοπτικὲς καὶ νὰ μιλοῦμε γιὰ τὰ φαινόμενα τοῦ φυσικοῦ κόσμου σὰν νὰ ὑπῆρχαν αὐτὰ καθ' ἑαυτά, ἀνεξάρτητα ἀπὸ τὴν κλίμακα μὲ βάση τὴν ὁποία τὰ προσδιορίζομε. Καὶ στὴν περίπτωσιν τούτῃ, δὲ θὰ ἦταν ὑπερβολικὸ νὰ πῇ κανεὶς, ὅτι ἀντιμετωπίζομε τὰ φαινόμενα μὲ τὸν ἴδιο τρόπο ποὺ θὰ ἐνεργοῦσε ἓνας ἀπλοϊκὸς ἄνθρωπος, ὅταν θέλοντας νὰ

me soleil; et la raison me fait croire que celle qui vient immédiatement de son apparence est celle qui lui est le plus dissemblable. (Discours de la méthode suivi des Méditations métaphysiques, σελ. 87).

2. Ph. A. Guye, *L'évolution physicochimique*, Paris 1922, σελ. 114.

κάνη ένα ταξίδι σε κάποιο μέρος της γης, θα περιοριζόταν στο να κινήσει το δάχτυλό του επάνω σε ένα γεωγραφικό χάρτη. Βέβαια όλα είναι σημειωμένα εκεί, και οι θάλασσες και οι ποταμοί και τα βουνά και οι πόλεις, όμως κάτω από μιαν άλλη κλίμακα. Ο χάρτης, ως χάρτης, είναι βέβαια πραγματικός και συμβολίζει τη γη. Δεν είναι όμως ή ίδια ή γη αλλά ένα μεγάλο τυπωμένο χαρτί ή μια υδρόγειος σφαίρα που αναπαριστούν, κάτω από μια όρισμένη κλίμακα, τη γη. Η πραγματική γη είναι κάτι άλλο από το γεωγραφικό χάρτη, και ο ταξιδιώτης που συμβουλευεται κάθε λίγο το χάρτη του έχει απόλυτη επίγνωση του πράγματος. Ο μελετητής όμως της φύσεως πολλές φορές συγχέει τις προοπτικές. Τοποθετείται απέναντι στο φαινόμενο που μελετά σαν να πρόκειται για κάτι αυτόνομο, ξεχνώντας να προσδιορίσει κάθε φορά την κλίμακα κάτω από την οποία το εξετάζει. Αλλά κάτω από διαφορετική κλίμακα ή ίδια ή ύψη του φαινομένου αλλάζει και ο προσδιορισμός του φαινομένου χάνει την αντικειμενική του αξία, όταν οι όροι κάτω από τους οποίους το εξετάζουμε δεν είναι οι ίδιοι.

2. Αν κύριος σκοπός της φιλοσοφίας είναι να μας βοηθήσει να αποκτήσουμε μια πλήρη συνείδηση των έννοιών που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος, απομακρύνοντας κάθε σύγχυση, έτσι ώστε να κατανοήσουμε την πραγματική φύση των προβλημάτων που μας απασχολούν θέτοντάς τα επάνω σε καθαρές και σαφείς βάσεις, νομίζω ότι ένα από τα κεντρικά θέματα της φιλοσοφίας θα έπρεπε να είναι ο ρόλος και η σημασία που έχει ή έννοια της κλίμακος για τη μελέτη και έρμηνεία των φαινομένων, δείχνοντάς μας το είδος της συγχύσεως που δημιουργείται, όταν αντιμετωπίζουμε τα φαινόμενα ανεξάρτητα από την κλίμακα όπου είναι έντεταγμένα.

Η εφαρμογή της έννοιας αυτής είναι ωστόσο τόσο παλιά όσο και ή ίδια ή φιλοσοφία. Έχει δηλαδή, όπως και ή φιλοσοφία, την προέλευσή της στην έλληνική αρχαιότητα. Γιατί ή κατανομή των φαινομένων σε δυο κατηγορίες, σ' αυτά που αποτελούν τον μακρόκοσμο και σ' αυτά που αποτελούν τον μικρόκοσμο, εμφανίζεται από τα μέσα ακόμη του 5ου π.Χ. αιώνα στη φιλοσοφία του Λευκίππου και του Δημοκρίτου. Μέσα από την έρμηνεία της φύσεως που μας δίνουν, που θα άσπασθη ο Επίκουρος και που την λεπτομερή περιγραφή της τη βρίσκουμε στο μεγάλο ποίημα του Λουκρητίου *De rerum natura*, ή αντίληψη του ατόμου ως μικροσκοπικού και άορατου στοιχείου της πραγματικότητας γίνεται ένα σημαντικό όργανο κατανοήσεως της φύσεως. Η αναφορά στο απείρω μικρό γίνεται από την εποχή αυτή ένας προνομιοῦχος δρόμος της ανθρωπίνης σκέψεως, δρόμος που θα ακολουθήσουν στα νεώτερα χρόνια τόσο οι φυσικές επιστήμες όσο και τα Μαθηματικά στα πιο προχωρημένα στάδια της αναπτύξεώς τους. Γιατί αν πάρουμε για παράδειγμα το διπλό ρόλο που έπαιξε ή αναγωγή στο

ἀπειροελάχιστο, στὴ μὲν Φυσικὴ ὠδήγησε στὴ σύγχρονη ἀτομικὴ θεωρία, στὰ δὲ Μαθηματικὰ στάθηκε ἡ ἀφετηρία τοῦ ἀπειροστικοῦ λογισμοῦ, χωρὶς τὸν ὁποῖο οὔτε ἡ Φυσικὴ οὔτε τὰ Μαθηματικὰ θὰ ἦταν αὐτὸ πού εἶναι τώρα.

Ἔτσι τὸ πρόβλημα τῆς ἀλλαγῆς κλίμακος παρουσιάζεται στὶς ἐπιστῆμες κάτω ἀπὸ δυὸ παράλληλες μορφές :

α) ὡς προσπάθεια γιὰ νὰ συλλάβωμε τὴν ἐσωτερικὴ δομὴ τοῦ φυσικοῦ κόσμου ἀναλύοντάς τον στὰ μικροσκοπικὰ στοιχεῖα πού τὸν ἀποτελοῦν,

β) ὡς ἀναγωγὴ στὸ ἀπείρως μικρό, δηλαδὴ ὡς τρόπος εἰσχωρήσεως μέσα ἀπὸ τὸ μαθηματικὸ ὄργανο στὴ φυσικὴ πραγματικότητα, ὥστε νὰ κάνωμε δυνατὴ τὴ λεπτοφυῆ καταμέτρηση τῶν φαινομένων μέσα ἀπὸ τὴ λειτουργία τοῦ ἀπειροστικοῦ λογισμοῦ.

Εἶναι χαρακτηριστικὸ ὅτι ἓνας τέτοιος διαχωρισμὸς δὲν γίνεται ἀπὸ τοὺς περισσότερους ἐρευνητές, ἢ, ὅταν γίνεται, γίνεται κυρίως ἀπὸ φιλοσόφους ἢ ἀπὸ μεγάλους ἐπιστήμονες, πού ἡ ἴδια ἡ φύση τῶν θεωριῶν τους τοὺς ὀδηγεῖ θὰ θέτουν φιλοσοφικὰ προβλήματα. Ἐνας Newton, ἓνας Poincaré, Mach, Einstein, Heisenberg, De Broglie, δίνουν πάντα μιὰ φιλοσοφικὴ προέκταση στὶς θεωρίες τους, ἔστω καὶ ἂν οἱ ἴδιοι δὲν εἶναι φιλόσοφοι. Ὁ μεγαλύτερος ὅμως ἀριθμὸς τῶν ἐπιστημόνων δὲν κάνει συνήθως διάκριση ἀνάμεσα στὰ φαινόμενα, ὅπως παρουσιάζονται στὴ φύση, καὶ στὸν τρόπο, μὲ τὸν ὁποῖο τὰ σχηματοποιεῖ ὁ ἀνθρώπινος νοῦς γιὰ νὰ τὰ μελετήσῃ. Γιατὶ ὅπως καὶ ὁ καθημερινὸς ἄνθρωπος ἔτσι καὶ ὁ ἐπιστήμονας ξεκινᾷ ἀπὸ τὴν πεποίθησιν, ὅτι αὐτὸ πού μελετᾷ εἶναι κάτι τὸ ἀντικειμενικὸ καὶ δὲν διερωτᾷται σὲ τί ἀκριβῶς ἀνταποκρίνεται ἡ προσπάθειά του, ὅταν περνᾷ ἀπὸ μιὰ κλίμακα σὲ μιὰν ἄλλη.

Ὡστόσο, ἀπὸ τὴν ἐποχὴ ἀκόμη τῶν Σκεπτικῶν, ἓνα ἀνάλογο πρόβλημα εἶχε τεθῇ, ὅταν ἓνα ἀπὸ τὰ ἐπιχειρήματά τους γιὰ νὰ δείξουν τὸ ἀπατηλὸ τῶν αἰσθήσεων ἦταν τὸ ἐπιχείρημα γιὰ τὸ κουκκὶ τῆς ἄμμου. Ὁ Αἰνησίδημος τὸ συμπεριλαμβάνει σ' ἓνα ἀπὸ τοὺς δέκα τρόπους του. Ἐνῶ ἓνα κουκκὶ ἄμμου μοναχό του παρουσιάζεται στὴν ἀφῆ ὡς σκληρό, πολλὰ μαζὶ μᾶς φαίνονται μαλακά. Καὶ ἂν οἱ συζητήσεις γιὰ τὸ ἄπειρο καὶ τὸ ἀπειροελάχιστο ἀπὸ τὴν ἐποχὴ ἀκόμη τοῦ Descartes καὶ τοῦ Leibniz ἔπαιξαν σημαντικὸ ρόλο στὴ διαμόρφωση τῶν νεώτερων Μαθηματικῶν καὶ οἱ συζητήσεις γιὰ τὸ ἀσυνεχὲς ἢ τὸ συνεχὲς τῆς ὕλης στάθηκαν στὸ κέντρο τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν, κυρίως γιὰ τὴν διαμόρφωση τῶν θεωριῶν τοῦ φωτός, στὴν ἀντιπαράθεση τῆς Νευτωνικῆς ἀντιλήψεως τοῦ φωτός ὡς σωματιδίου καὶ τῆς ἀντιλήψεως τοῦ φωτός ὡς κύματος τοῦ Huygens (πού στάθηκε ἡ ἀφετηρία γιὰ τὴ θεωρία τοῦ φωτός κύματος τοῦ Fresnel, πού ἐπεκράτησε ὅλο τὸν 19ο αἰῶνα ὡς τὴν ἐποχὴ τῆς ἐμφανίσεως στὰ 1900 τῆς θεωρίας τῶν quanta ἀπὸ τὸν Planck), ἡ ἀνάλυση τῆς ἔννοιας τῆς κλίμακος ὡς βασικῆς γνωσιολογι-

κῆς ἔννοιας γιὰ τὴν ἐρμηνεία τῶν φαινομένων καὶ ὄχι ἀποκλειστικὰ ὡς μεθόδου καταγραφῆς ἢ καταμετρήσεως — γιὰτὶ ἀπὸ τὴν ἀρχαιότητα ἀκόμη οἱ ἄνθρωποι χρησιμοποίησαν κλίμακες κυρίως στὴν περιοχὴ τῆς Γεωγραφίας — δὲν ἔγινε ἀντικείμενο μιᾶς συστηματικῆς φιλοσοφικῆς καὶ ἐπιστημολογικῆς ἐρευνας. Ἴσως γιὰτὶ κατὰ κάποιο περίεργο τρόπο, αὐτὰ ποὺ ὁ ἄνθρωπος χρησιμοποιοῦ πιὸ συχνὰ ὡς διανοητικὰ μέσα, εἶναι αὐτὰ ποὺ ἀργεῖ πιὸ πολὺ νὰ συνειδητοποιήσῃ. Γι' αὐτὸ ἄλλωστε ἐπιστῆμες ὅπως ἡ Ψυχολογία καὶ ἡ Κοινωνιολογία μόλις ἀπὸ τὰ τέλη τοῦ 19ου αἰῶνος ἄρχισαν νὰ διαμορφώνωνται ὡς πραγματικὲς ἐπιστῆμες, παρὰ τὸ γεγονὸς ὅτι ὁ ἄνθρωπος, πρὶν ἀπὸ ὅλα, εἶναι ἓνα ψυχολογικὸ καὶ κοινωνικὸ ὄν καὶ τὰ περισσότερα προβλήματα ποὺ ἔχει νὰ ἀντιμετωπίσῃ ἀνάγονται στὴν ψυχικὴ καὶ τὴν κοινωνικὴ του ζωὴ.

Θὰ ἔλεγα λοιπὸν ὅτι ὁ ἄνθρωπος, ξεκινώντας ἀπὸ τὴν καθημερινὴ ἐμπειρία τοῦ φυσικοῦ κόσμου ποὺ ἔχει, τοποθετεῖται στὴν κλίμακα ἐκείνη τῆς πραγματικότητος, ποὺ τοῦ ἀποκαλύπτουν ἄμεσα οἱ αἰσθήσεις του, καὶ ἀπὸ τὴ σκοπιὰ αὐτὴ ἀντιμετωπίζει τόσο τὰ φαινόμενα τοῦ μακροκόσμου ὅσο καὶ τὰ φαινόμενα τοῦ μικροκόσμου, χωρὶς τὶς περισσότερες φορὲς νὰ διερωτᾶται, ἂν τὰ φαινόμενα αὐτὰ ποὺ μελετᾷ ἔχουν τὰ ἴδια νόημα στὴν κάθε μιὰ ἀπὸ τὶς περιοχὲς τοῦτες τοῦ πραγματικοῦ, ἂν ἡ ἀλλαγὴ κλίμακος κάτω ἀπὸ τὴν ὁποία τὰ ἀντιλαμβάνεται εἶναι ἀρκετὴ γιὰ νὰ πιστοποιήσῃ τὴν ὁμοιογένειά τους, ὥστε νὰ παραδεχθῇ ὅτι οἱ ἴδιοι νόμοι διέπουν τὰ φαινόμενα τοῦ μακροκόσμου καὶ τοῦ μικροκόσμου, ἢ ἂν αὐτὴ ἡ ἴδια ἡ ἔννοια τῆς κλίμακος δὲν πρέπει νὰ γίνῃ τὸ ἀντικείμενο μιᾶς ἰδιαίτερης φιλοσοφικῆς ἀναλύσεως;

Θὰ ἦταν ἓνας φόρος τιμῆς στὴ μεγαλοφυΐα ἑνὸς πνεύματος ὅπως ὁ Pascal νὰ ἐπιχειρήσω νὰ τοποθετήσω τὸ πρόβλημα, ξεκινώντας ἀπὸ τὸ περίφημο κείμενό του ὅπου ὁ μέγας αὐτὸς ἀνιχνευτὴς τοῦ φυσικοῦ κόσμου καὶ τῆς ἀνθρώπινης ψυχῆς μᾶς μιλά γιὰ τὶς δυὸ αὐτὲς μορφές τοῦ ἀπείρου, τὸ ἀπείρως μεγάλο καὶ τὸ ἀπείρως μικρό, ὅπως ἐμφανίζονται στὰ μάτια τοῦ ἀνθρώπου :

«Ἄς θεωρήσῃ λοιπὸν ὁ ἄνθρωπος ὁλόκληρὴ τὴ φύση στὴν πιὸ ὑψηλὴ καὶ πλήρῃ μεγαλοπρέπειά της κι ἅς ἀπομακρύνῃ τὸ βλέμμα ἀπὸ τὰ χαμηλὰ ἀντικείμενα ποὺ τὸν περιστοιχίζουν. Ἄς κυττάξῃ τὸ λαμπερὸ αὐτὸ φῶς, τὸ τοποθετημένο σὰν μιὰ αἰώνια λυχνία γιὰ νὰ φωτίσῃ τὸ σύμπαν, κι ἅς τοῦ φανερωθῇ ἡ γῆ σὰν ἓνα κουκκίδι σὲ σχέσιν μὲ τὸν τεράστιο κύκλο ποὺ τὸ ἄστρο αὐτὸ διαγράφει κι ἅς ἐκπλαγῇ ἀπὸ τὸ γεγονὸς ὅτι ὁ τεράστιος αὐτὸς κύκλος δὲν εἶναι κι αὐτὸς ὁ ἴδιος παρὰ ἓνα λεπτὸ στίγμα σὲ σχέσιν μ' αὐτὸν ποὺ τὰ ἄστρα, ποὺ κυλιοῦνται μέσα στὸ στερέωμα, ἀγκαλιάζουν. Ἀλλὰ ἂν ἡ ὁρασίμῃ μας σταματᾷ ἐδῶ, ἡ φαντασία μας πηγαίνει παρὰ πέρα. Περισσότερο θὰ κουρασθῇ αὐτὴ νὰ συλλαμβάνῃ παρὰ ἡ φύση νὰ παρέχῃ. Ὅλος αὐτὸς ὁ ὁρατὸς κόσμος δὲν εἶναι παρὰ μιὰ ἀδιόρατη γραμμὴ στὴν τεράστια ἀγκαλιά τῆς φύσεως. Καμμιά ἰδέα δὲν μπορεῖ νὰ τὴν πλησιάσῃ. Ὅσο κι ἂν ἐξογκώνωμε τὶς συλλήψεις μας πέρα ἀπὸ τοὺς χώρους ποὺ ἡ φαντασία

μας πλησιάζει, δὲν γεννοῦμε παρὰ ἐλάχιστα ὑπειροσστημόρια σὲ σχέση μετὰ τὴν πραγματικότητα τῶν ὧν ὑπάρχουν. Εἶναι μιὰ σφαῖρα ποὺ τὸ κέντρο τῆς εἶναι παντοῦ καὶ πουθενὰ ἢ περιφέρειά της. Εἶναι τὸ μεγαλύτερο αἰσθητὸ σημάδι τῆς παντοδυναμίας τοῦ Θεοῦ καὶ ἡ φαντασία μας χάνεται σὲ μιὰ τέτοια σκέψη.

Ἄς ξαναγυρίσω τώρα ὁ ἄνθρωπος στὸν ἑαυτό του κι ἄς θεωρήσῃ αὐτὸ ποὺ ὁ ἴδιος εἶναι σὲ σχέση μετὰ τὰ ὅσα ὑπάρχουν. Ἄς θεωρήσῃ τὸν ἑαυτό του σὰν χαμένο στὴν ἀπομερὴ αὐτὴ γειτονιά τῆς φύσεως καὶ μέσα ἀπὸ τὸ μικρὸ τοῦτο κελλί ὅπου κατοικεῖ, ἐννοῶ τὸ σύμπαν, ἄς μάθῃ νὰ δίνη στὴ γῆ, στὰ βασίλειά της, στὶς πολιτείες της, στὸν ἴδιο τὸν ἑαυτό του, τὴν πραγματικὴ τους ἀξία.

Τί εἶναι ὁ ἄνθρωπος μέσα στὸ ἄπειρο;

Μὰ γιὰ νὰ τοῦ δείξω ἓνα ἄλλο θαῦμα ἐξ ἴσου ἐκπληκτικὸ, ἄς τοῦ ζητήσω νὰ ψάξῃ μέσα σ' αὐτὰ ποὺ γνωρίζει, τὰ πιὸ μικροσκοπικὰ πλάσματα. Ἐνα τέτοιο πλάσμα τοῦ παρουσιάζει, μέσα ἀπὸ τὴ σμικρότητα τοῦ σώματός του, μέλη ἀσύγκριτα πιὸ μικρά, πόδια μὲ τὶς ἀρθρώσεις τους, φλέβες σ' αὐτὰ τὰ πόδια, αἷμα σὲ τοῦτες τὶς φλέβες, χυμοὺς μέσα σ' αὐτὸ τὸ αἷμα, σταγόνες σ' αὐτοὺς τοὺς χυμοὺς, ἀτμοὺς σ' αὐτὰς τὶς σταγόνες, καὶ διαιρώντας ἀκόμη αὐτὰ τὰ ἀπώτατα πράγματα, ἄς ἐξαντλή ὅλες του τὶς δυνάμεις σὲ τέτοιου εἶδους ἀντιλήψεις, ἔτσι ὥστε τὸ τελευταῖο στοιχεῖο στὸ ὁποῖο νὰ φτάνῃ νὰ εἶναι τὸ περιεχόμενο τοῦτου ἐδῶ τοῦ κειμένου. Θὰ σκεφθῇ ἴσως ὅτι βρισκόμαστε τώρα στὸ τελευταῖο σκαλοπάτι τῆς σμικρότητας τῆς φύσεως. Μὰ κι ἐδῶ θὰ τὸν θέσω μπροστὰ σὲ μιὰ καινούργια ἄβυσσο. Θὰ τοῦ ζωγραφίσω ὅχι μόνον τὸ ὁρατὸ σύμπαν, ἀλλὰ ὅλη τὴν ἀπεραντωνσύνη τῆς φύσεως, ποὺ μπορεῖ κανεὶς νὰ συλλάβῃ στὴν περιοχὴ αὐτὴ τῆς σμικρότητας τοῦ ἀτόμου. Ἄς δῇ μέσα σ' αὐτὴ ἓνα ἄπειρο πλῆθος ἀπὸ σύμπαντα, ποὺ τὸ καθένα ἔχει τὸ στερέωμά του, τοὺς πλανῆτες του, τὴ γῆ του, στὴν ἴδια ἀναλογία ὅπως καὶ στὸν ὁρατὸ κόσμος. Καὶ σὲ τούτῃ ἐπάνω τῇ γῇ θὰ ὑπάρχουν ζῶα καὶ μικροσκοπικὰ πλάσματα, ὅπου μέσα θὰ ξαναβρῇ ὅλα ὅσα βρῆκε στὰ προηγούμενα. Καὶ βρίσκοντας πάλι σ' αὐτὰ τὰ ἴδια πράγματα, χωρὶς σταμάτημα καὶ χωρὶς τέλος, ἄς χάσῃ πάλι τὸ νοῦ του μέσα στὰ θαύματα αὐτὰ ποὺ εἶναι τὸ ἴδιο ἐκπληκτικὰ μετὰ τὴ σμικρότητά τους, ὅπως ἦταν τὰ ἄλλα μετὰ τὴν ἀπεραντωνσύνη τους. Γιατὶ ποῖος δὲν θὰ αἰσθανθῇ θαυμασμό μπροστὰ στὸ γεγονὸς ὅτι τὸ σῶμα μας ποὺ ὡς τώρα ἦταν ἀόρατο μέσα στὸ σύμπαν, καθὼς τὸ ἴδιο εἶναι ἀόρατο μέσα στὸ ὅλο, εἶναι τώρα ἓνας κολοσσός, ἓνας κόσμος, ἢ καλύτερα αὐτὸ τὸ ἴδιο ἓνα ὅλο σὲ σχέση μετὰ τὸ τίποτα, ὅπου κανεὶς δὲν μπορεῖ νὰ φτάσῃ;

Ὅποιος ἀντιμετωπίζει τὸν ἑαυτό του μετὰ τὸν τρόπον αὐτό, θὰ τρομάξῃ ἀπὸ τὸν ἴδιο τὸν ἑαυτό του, καὶ θεωρώντας ὅτι κρατιέται ἀπὸ τὴ μᾶζα ποὺ ἡ φύση τοῦ ἔχει δώσει ἀνάμεσα στὶς δυὸ αὐτὰς ἀβύσσους, τὴν ἀπεραντωνσύνη καὶ τὸ τίποτα, θὰ καταληφθῇ ἀπὸ δέος στὸ ἀντίκρουσμα ὧν αὐτῶν τῶν θαυμάτων. Καὶ νομίζω ὅτι ἡ περιέργειά του θὰ μεταμορφωθῇ σὲ θαυμασμό καὶ θὰ εἶναι περισσότερο διατεθειμένος νὰ τὰ ἀντιμετωπίσῃ ὅλα αὐτὰ μετὰ σιωπῇ, παρὰ νὰ τὰ ἐρευνήσῃ μετὰ ἀλαζονείας.

Γιατί, τὸ κάτω κάτω, τί εἶναι ὁ ἄνθρωπος μέσα στὴ φύση; Ἐνα τίποτα σὲ σχέση μετὰ τὸ ἄπειρο, ἓνας ὁλόκληρος κόσμος σὲ σχέση μετὰ τὸ τίποτα, μιὰ μέση κατάσταση ἀνάμεσα στὸ τίποτα καὶ τὸ ὅλο. Ἀπεριόριστα ἀπομακρυσμένος ἀπὸ τὸ σημεῖο ποὺ νὰ μπορῇ νὰ κατανοήσῃ τὶς δυὸ ἀκραῖες περιοχές, ὁ σκοπὸς τῶν πραγμάτων καὶ ἡ ἀρχὴ ποὺ τὰ στηρίζει εἶναι γι' αὐτὸν παντοτινὰ κρυμμένα μέσα σ' ἓνα ἀξεδιάλυτο μυστικόν, γιατί δὲν εἶναι σὲ θέσιν νὰ συλλάβῃ ὁ ἴδιος τὸ τίποτα ἀπὸ τὸ ὁποῖο προῆλθε καὶ τὸ ἄπειρο ὅπου εἶναι χαμένος.

Τί ἄλλο λοιπὸν μπορεῖ νὰ κάνῃ παρὰ νὰ σχηματίσῃ μιὰ φαινομενικὴ εἰκόνα τῆς μέσης περιοχῆς τῶν πραγμάτων, ζώντας σὲ μιὰ αἰώνια ἀπελπισία γιατί δὲν θὰ μπορέσῃ νὰ γνωρίσῃ οὔτε τὴν ἀρχὴ ποὺ τὰ διέπει οὔτε τὸν προορισμό τους; Τὰ πάντα ἔχουν πηγᾶσαι ἀπὸ τὸ τίποτα καὶ ὁδεύουν πρὸς τὸ ἄπειρο. Ποῖος εἶναι δυνατό νὰ τὰ ἀκολουθήσῃ στὴν



καταπληκτική τους πορεία; Μόνο ο δημιουργός όλων αυτών των θαυμάτων είναι σε θέση να τα κατανοήσει. Κανένας άλλος»³.

Και ο Pascal συνεχίζει, κάνοντας την ακόλουθη διαπίστωση, που σχετίζεται ακόμη πιο άμεσα με το θέμα μας :

«Μή όντας σε θέση οι άνθρωποι να θεωρήσουν τις δυο μορφές αυτές του απείρου, ξεκίνησαν αδίστακτοι να ερευνήσουν τη φύση, σαν να είχαν κάποια αναλογία μ' αυτήν. Είναι παράξενο το γεγονός ότι θέλησαν να κατανοήσουν τις αρχές των πραγμάτων και από εκεί και πέρα να γνωρίσουν τα πάντα, ώθούμενοι από μια αλαζονεία τόσο απέραντη όσο και το ίδιο το αντικείμενό της. Γιατί δεν υπάρχει αμφιβολία ότι δεν είναι δυνατό να συλλάβει κανείς ένα τέτοιο σχέδιο χωρίς αλαζονεία ή χωρίς άπειρη ικανότητα ισοδύναμη με τη φύση»⁴.

Το κείμενο αυτό, το τόσο υποβλητικό, που αντιμετωπίζει το θέμα από την πλευρά της ανθρώπινης ψυχής και του δέους που την καταλαμβάνει μπροστά στο απείρως μεγάλο και το απείρως μικρό, μάς οδηγεί, όταν το εξετάζουμε από γνωσιολογική πλευρά, να θέσουμε δύο θεμελιώδη ερωτήματα :

1ο. *Αν υπάρχει κάποια σύμπτωση, κάποια ουσιαστική αναλογία, ανάμεσα στη δομή του απείρως μεγάλου και του απείρως μικρού, ώστε ή διαφορά τους να είναι μονάχα διαφορά μεγέθους και όχι συγκροτήσεως των ίδιων των φαινομένων. Με άλλα λόγια, αν έχουμε να κάνουμε μ' ένα φυσικό κόσμο τέτοιο, που οι ίδιοι νόμοι να διέπουν το απείρως μεγάλο και το απείρως μικρό.

2ο. *Αν ο διαχωρισμός αυτός των φαινομένων σε δυο διαφορετικές κλίμακες, την κλίμακα του απείρως μεγάλου και την κλίμακα του απείρως μικρού, εκφράζει την ίδια την πραγματικότητα, ή προέρχεται από τη φύση του ανθρώπου και από τον τρόπο που αυτός βλέπει και στοχάζεται τον κόσμο.

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι αυτό που θέλει να μάς υποβάλει με το κείμενό του ο Pascal είναι ο ίλιγγος που καταλαμβάνει τον άνθρωπο, όταν αντιμετωπίζει από τη δική του σκοπιά τα απέραντα μεγέθη του αστρικού διαστήματος και τα απειροελάχιστα όντα του μικροκόσμου· και αυτό το κατορθώνει απόλυτα. Ο δικός μας όμως σκοπός είναι να θέσουμε το πρόβλημα από γνωσιοθεωρητική πλευρά και να επιχειρήσουμε να απαντήσουμε στο καθένα από τα δυο αυτά ερωτήματα, αρχίζοντας από την περιοχή του μικροκόσμου μέσα από την εικόνα που μάς δίνει η Φυσική του 20ου αιώνα.

Σ' ένα ενδεικτικό κείμενο, που χρονολογείται από το 1937, ο Louis de Broglie, ο θεμελιωτής της κυματομηχανικής, γράφει τα ακόλουθα :

3. B. Pascal, *Oeuvres complètes*, Paris (Pléiade) 1969, σελ. 1105.

4. *Ο.π., σελ. 1107.

«Ἡ ἰδέα ὅτι ὁ φυσικὸς κόσμος εἶναι ἴδιος μὲ τὸν ἑαυτό του σὲ ὅλες τὶς κλίμακες, ὅτι τὸ ἀπείρως μικρὸ ἀποτελεῖ μιὰ σμίκρυνση τοῦ ἀπείρως μεγάλου, ἐμφανίζεται σχεδὸν ὡς ἓνα διαρκῶς ἐπαναλαμβανόμενο θέμα στὰ κείμενα τῶν στοχαστῶν καὶ στὶς θεωρίες τῶν ἐπιστημόνων. Ἡ μεγαλοφυΐα ἐνὸς Pascal κατάρθωσε νὰ ἐκφράσῃ αὐτὴ τὴν ἰδέα μὲ τρόπο συγκινητικὸ καὶ εἶναι ἡ ἴδια αὐτὴ ἰδέα ποὺ ξαναβρίσκομε, πρὶν ἀπὸ εἴκοσι χρόνια, νὰ ἔχῃ ἐμπνεύσει τὰ πρότυπα τοῦ ἀτόμου. Λοιπὸν, σήμερα, ἡ ἀντίληψη τούτη, στὸ φῶς τῶν σύγχρονων θεωριῶν, μᾶς φαίνεται σὰν νὰ μὴν εἶναι πιά στὴ βάση τῆς ἀκριβῆς. Οἱ εἰκόνες ἐκεῖνες ποὺ ἐπαρκοῦν γιὰ τὴν περιγραφή τοῦ μακροκόσμου εἶναι ἀνεπαρκεῖς γιὰ νὰ περιγράψουν τὸ μικρόκοσμο. Ὅταν, κατεβαίνοντας τὴν κλίμακα τῶν μεγεθῶν, ὁ φυσικὸς φτάνῃ στὴν ἀτομικὴ κλίμακα, στὸν κόσμον τῶν σωματιδίων, συναντᾷ ἓνα στοιχεῖο ἀπόλυτα καινούργιο, ποὺ δὲν μπορεῖ νὰ τὸ ἀναγάγῃ σὲ ἄλλα, τὸ *quantum* ἐνεργείας. Ἡ ὑπολογισμένη ἀξία τῆς σταθερᾶς τοῦ Planck, κάνοντας δυνατὸ τὸν προσδιορισμὸ καὶ τὴν ἀντιπαράθεση τῆς κλίμακος τοῦ μικροκόσμου στὴν κλίμακα τοῦ μακροκόσμου, ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὸ γεγονὸς, ὅτι στὸ φυσικὸ κόσμον τὸ ἀπείρως μικρὸ δὲν εἶναι πιά μιὰ ὁμόθετη σμίκρυνση τοῦ ἀπείρως μεγάλου»⁵.

Ὅσο καὶ ἂν οἱ ἀπόψεις, ποὺ παρουσιάζει στὸ κείμενο τοῦτο ὁ De Broglie καὶ ποὺ συμφωνοῦν μὲ τὶς ἀπόψεις τοῦ Niels Bohr γιὰ τὴ δομὴ τοῦ ἀτόμου καὶ μὲ τὶς ἀντιλήψεις τοῦ Heisenberg γιὰ τὴν ἀπροσδιοριστία τῶν φαινομένων στὴν κλίμακα τῆς μικροφυσικῆς, ἔχουν τροποποιηθῇ ἀπὸ τὰ 1950 κι ἔπειτα ἀπὸ τὸν ἴδιο τὸν De Broglie μὲ τὴ θεωρία τῆς διπλῆς λύσεως (*de la double solution*), ἔτσι ὥστε νὰ ξαναγυρίσῃ στὴν ἀρχικὴ ἀντίληψή του γιὰ τὴν ἐπιστήμη (ποὺ ὁ Einstein ποτὲ δὲν ἐγκατέλειψε καὶ σύμφωνα μὲ τὴν ὁποία ἡ ἰδέα τῆς ἀνομοιογένειας τῶν φαινομένων στὶς διάφορες κλίμακες καὶ τῆς ἀπροσδιοριστίας τους στὴν κλίμακα τῆς μικροφυσικῆς δὲν προκύπτει ἀπὸ τὴν ἴδια τὴ δομὴ τοῦ φυσικοῦ κόσμου, ὁ ὁποῖος εἶναι δυνατὸ νὰ διέπεται καὶ στὴν κλίμακα αὐτὴ ἀπὸ νόμους ποὺ προϋποθέτουν τὴν ἀρχὴ τῆς αἰτιότητος, ἀλλὰ ἀπὸ τὴν τυποποιημένη μαθηματικὴ μορφή, μέσα ἀπὸ τὴν ὁποία ἀναπτύσσεται ἡ μικροφυσικὴ, ὅπως ὁ ἴδιος ὁ De Broglie ἀφήνει νὰ κατανοηθῇ)⁶, εἶναι ὥστόσο γεγονὸς ὅτι ἡ ἀμφιβολία ἔχει τόσο βαθειὰ

5. Louis de Broglie, *Matière et lumière*, Paris 1937, 1961, σελ. 289.

6. Θὰ ἦταν ἐνδιαφέρον νὰ ἀναφερθοῦμε στὰ ἴδια τὰ λόγια τοῦ Louis de Broglie, ὅπως αὐτὰ διατυπώθηκαν σὲ μιὰ συνέντευξή του τὸν Ἰανουάριο τοῦ 1974 στὸ περιοδικὸ «Science et avenir», ὅπου παρουσιάζει ὅλο τὸ ἱστορικὸ τῆς μεταστροφῆς του καὶ ἐξηγεῖ τοὺς λόγους γιὰ τοὺς ὁποίους ὑποχρεώθηκε νὰ ἐγκαταλείψῃ τὶς ἀρχικὲς του ἀπόψεις ἐπάνω στὴν αἰτιότητα καὶ τὸν παγκόσμιον καθορισμὸ, καὶ νὰ πλησιάσῃ στὶς ἀντιλήψεις τῆς Σχολῆς τῆς Κοπεγχάγης, γιὰ νὰ ξαναγυρίσῃ τὰ τελευταῖα χρόνια στὶς παλιές του ἀπόψεις: Ἀναφερόμενος στὴν ἐποχὴ ποὺ παρουσίασε γιὰ πρώτη φορὰ τὴν «Κυματομηχανικὴ» του καὶ σ' αὐτὰ ποὺ ἐπακολούθησαν γύρω στὰ 1930 ὁ Louis de Broglie λέει τὰ ἀκόλουθα: «Ὁ κ. Schroedinger, ποὺ ἐμπνεόταν ἀπὸ τὶς ἐργασίες μου, ἔκανε πολὺ ὥραϊες ἐρευνες, οἱ ὁποῖες ὁμως, κατὰ κάποιον τρόπο, παρεξέκλιναν λίγο ἀπὸ τὴ θεωρία μου. Κατόπιν, κάτω ἀπὸ τὴν ἐπίδραση τοῦ Niels Bohr, ποὺ εἶχε πολὺ μεγάλη φήμη γιατί εἶχε φτιάξει τὴ θεωρία τοῦ ἀτόμου, ἄλλαξαν πολλὰ πράγματα καὶ τελικὰ αὐτὴ ἡ ἴδια ἡ ἔννοια τῆς ἐργασίας μου. Συνέβη τὴν ἐποχὴ ἐκείνη, πρὶν πάρω τὸ Nobel, νὰ εἶμαι Καθηγητὴς στὴ Φυσικομα-

είσχωρήσει στο πνεῦμα τῶν σύγχρονων ἐρευνητῶν, ὥστε οἱ περισσότεροι νὰ μὴν ἀποδέχονται ὡς δυνατὴ τὴν ἐπιστροφή, στὸν τομέα αὐτό, στὴν πα-

θηματικὴ Σχολὴ τοῦ Πανεπιστημίου Παρισίων, καὶ ἀφοῦ ἔκαμα μερικές ὑστατες προσπάθειες γιὰ νὰ ἀναπτύξω τίς δικές μου μεθόδους, κατέληξα σ' αὐτὸ πὺ ἐδίδασκαν παντοῦ καὶ πὺ δὲν ἀνταποκρινόνταν στὶς δικές μου ἀρχικὲς διαισθήσεις. Ἐπρεπε νὰ διδάξω αὐτὰ πὺ διδάσκονταν παντοῦ καὶ πὺ οἱ φοιτητὲς ἔπρεπε νὰ γνωρίζουν. Ἀλλωστε οἱ θεωρίες αὐτὲς ἦταν πολὺ ἐνδιαφέρουσες ἀπὸ διανοητικὴ πλευρά. Συνέχισα ἔτσι πολλὰ χρόνια. Μὰ πάντοτε μὲ κατεῖχε ἓνα σῖσθημα νοσταλγίας. Κι ἔπειτα, λίγο πρὶν ἀπὸ τὸ 1950, εἶπα στὸν ἑαυτό μου ὅτι τὸ κάτω κάτω ἦταν ἡ δική μου ἐρμηνεία, πὺ ἦταν ἡ ὀρθή. Αὐτὸ δὲν σημαίνει ὅτι ὁ τρόπος μὲ τὸν ὁποῖο χρησιμοποιεῖται ἡ μηχανικὴ τῶν *quanta* εἶναι ἐσφαλμένος, ἀλλὰ ἀπλούστατα ὅτι ὁ τρόπος αὐτὸς δὲν δίνει μιὰ ἀκριβῆ εἰκόνα τῆς φυσικῆς πραγματικότητος. Ὁ Einstein στὸ σημεῖο αὐτὸ εἶχε τίς ἴδιες ἀπόψεις μὲ μένα, καὶ αὐτὸς ἀκόμα ὁ Schroedinger, πὺ κατὰ κάποιον τρόπο ἦταν λίγο ὑπεύθυνος γιὰ ὅλα αὐτὰ, ἀφοῦ ἐκεῖνος εἶχε ἀπαλείψει τὸ σωματίδιο, σκεπτόταν ὅτι ἡ γενικὴ ἐρμηνεία πὺ διδόταν δὲν ἦταν ἱκανοποιητικὴ. Τότε, ἀνάμεσα στὰ 1951-52, ξαναγύρισα στὶς παλιές μου ιδέες. Αὐτὸ μὲ ἔβαλε σὲ πολὺ κόπο». (Βλ. «*Science et avenir*», τεύχος Ἰανουαρίου 1974, σελ. 86). Ἐξηγώντας τοὺς λόγους γιὰ τοὺς ὁποίους ἡ θεωρία του παρεξέκλινε ἀπὸ τὴν ἀρχικὴ μορφή πὺ τῆς εἶχε δώσει ὁ Louis de Broglie λέει τὰ ἑξῆς: «Στὴν κυματικὴ ἐξίσωση τοῦ Schroedinger δὲν ὑπάρχει πιά σωματίδιο, πρᾶγμα πὺ εἶναι ἀντίθετο πρὸς τίς ιδέες μου. Γιὰ μένα κύματα καὶ σωματίδια ἦταν ἀδιάρρηκτα δεμένα μεταξύ τους. Τὸ σωματίδιο τὸ καθωδηγοῦσε τὸ κύμα, πὺ τοῦ χρησίμευε ὡς πιλότος. Στὸ σημεῖο τοῦτο παρενέβη ὁ Max Born, πὺ ἦταν κυρίως μαθηματικὸς καὶ πὺ θέλησε νὰ τυποποιήσῃ τὸ πλάτος τοῦ κύματος ὥστε νὰ καθορίσῃ πιθανότητες. Αὐτὸ βέβαια ἐπαληθεύτηκε ἀπόλυτα. Μόνο, ἀπὸ τὴ στιγμή πὺ σταθεροποιεῖται τὸ πλάτος (*l'ampleur*) τοῦ κύματος, δὲν ἔχουμε πιά νὰ κάνουμε μὲ κύμα ἀλλὰ μόνο μὲ πιθανότητες. Ἐφτασαν ἔτσι στὸ σημεῖο, ὥστε νὰ μὴν ὑπάρχῃ οὔτε κύμα οὔτε σωματίδιο. Μιὰ θεωρία πὺ συνεδιάζε στενὰ τὸ σωματίδιο, μικρὸ σῶμα ἐντοπισμένο στὸ χῶρο, καὶ τὸ κύμα, φυσικὸ φαινόμενο πὺ διαδίδεται στὸ χῶρο σὲ ἓνα ὀρισμένο χρόνο, βρισκόταν ἀπογυμνωμένη ἀπὸ κάθε ὑλικὸ συστατικὸ μέσα ἀπὸ τὴν ἐρμηνεία τούτη». Ὅσο γιὰ τὴ συγκεκριμένη ἐννοια, πὺ δίνει στὴ θεωρία του, ὁ Louis de Broglie παρατηρεῖ τὰ ἑξῆς: «Πρέπει νὰ ἐννοήσετε ὅτι τὸ κύμα εἶναι ἓνα φαινόμενο πραγματικὸ, πὺ ἔχει σὲ κάθε σημεῖο τοῦ χώρου, σὲ κάθε στιγμή, ἓνα ὀρισμένο πλάτος. Δὲν εἶναι δυνατό νὰ δώσωμε στὸ πλάτος αὐτὸ μιὰ συμβατικὴ ἀξία. Αὐτὸ ὅμως γίνεται, ὅταν τυποποιοῦν τὴ λειτουργία τοῦ κύματος. Οἱ πιθανότητες μιᾶς ὀρισμένης καταστάσεως, πὺ μιὰ τέτοια ἐρμηνεία ἐπιτρέπει νὰ καθοριστοῦν, δὲν περιγράφουν διόλου τὸ ἴδιο τὸ φαινόμενο σὲ μιὰ δεδομένη στιγμή. Τὸ νὰ σκέπτεται κανεὶς τὰ πράγματα διαφορετικὰ, εἶναι σὰν νὰ συγχέῃ τὴ στατιστικὴ ἀνάλυση μὲ τὴν ἀτομικὴ ἐρμηνεία τοῦ φαινομένου. Αὐτὸ πὺ διαδίδεται στὸ χῶρο, εἶναι ἓνα πραγματικὸ χωριστὸ ἀτομικὸ κύμα καὶ ὄχι μιὰ παράσταση πὺ ἔχει γεννηθῇ μέσα ἀπὸ ἓνα στατιστικὸ ὑπολογισμὸ πιθανοτήτων. Στὸ δρόμο συναντοῦμε συγκεκριμένους Γάλλους καὶ ὄχι τὸ μέσο Γάλλο, πὺ μᾶς παρουσιάζουν οἱ δημογράφοι καὶ οἱ στατιστικοὶ πίνακες τῆς θνησιμότητος στὴ Γαλλία, πὺ δὲν θὰ μᾶς ἐπέτρεπαν νὰ ἐξηγήσουμε τὸ θάνατο τοῦ α ἢ τοῦ β Γάλλου. Τὸ ἴδιο συμβαίνει καὶ μὲ τὸ σωματίδιο. Παραδέχονται ὅτι εἶναι παρὸν «ἐν δυνάμει» σὲ ὅλη τὴν ἔκταση τοῦ κύματός του. Τί ἀκριβῶς σημαίνει τοῦτο; Ξαναπαίρνω ἓνα συγκεκριμένο παράδειγμα. Ἄν μὲ ρωτήσουν πὺ βρίσκεται ἓνα ὀρισμένο πρόσωπο σὲ μιὰ δεδομένη στιγμή, ἂν δὲν ἔχω κανένα τρόπο νὰ τὸ γνωρίζω, μὰ ἂν ξέρω τίς συνήθειές του, μπορῶ νὰ προσδιορίσω τίς μεγαλύτερες ἢ μικρότερες πιθανότητες νὰ τὸ συναντήσω στὸ τάδε ἢ τὸ τάδε μέρος.

λιὰ ἀντίληψη τοῦ παγκόσμιου καθορισμοῦ, ἔτσι ὅπως τὴν διευτύπωσε ὁ Laplace στὸν πρόλογο τοῦ ἔργου του «Φιλοσοφικὸ δοκίμιο ἐπάνω στὸ λογισμό τῶν πιθανοτήτων»⁷. Τὸ κείμενο τοῦτο, μέσα ἀπὸ τὸ ὁποῖο ἐκφράζεται ἡ ἀντίληψη ὅτι ὑπάρχει πλήρης ὁμοιογένεια ἀνάμεσα σὲ ὅλες τὶς κλίμακες τῶν φυσικῶν φαινομένων, στάθηκε τὸ πρότυπο ἐπάνω στὸ ὁποῖο θεμελιώθηκε ἡ Φυσικὴ ὡς τὶς ἀρχές τοῦ 20οῦ αἰῶνος, καὶ καταλαβαίνει κανεὶς πόσο εἶναι δύσκολο γιὰ τὴν ἐπιστῆμη νὰ ἀπομακρυνθῇ ἀπὸ μιὰ τέτοια ἀντίληψη. Ὡστόσο ἡ σύγχρονη Φυσικὴ, παρ' ὅλες τὶς τελευταῖες ἐπιφυλάξεις τοῦ De Broglie, ποὺ μὲ τὴ θεωρία τῆς κυματομηχανικῆς στάθηκε ἕνας ἀπὸ τοὺς κυριότερους ἐκπροσώπους της, φαίνεται νὰ τείνῃ περισσότερο στὴν παραδοχὴ τῆς ἀνομοιογένειας τῶν φαινομένων στὶς διάφορες κλίμακες. Οἱ ἐπιφυλάξεις ὅμως τοῦ De Broglie εἶναι πολύτιμες, γιατί ρίχνουν φῶς στὸ γεγονὸς ὅτι στὴ σύγχρονη Φυσικὴ ὑπάρχει ἡ τάση νὰ ταυτίζεται τὸ φυσικὸ φαινόμενο μὲ τὸ θεωρητικὸ καὶ μαθηματικὸ πρότυπο, ποὺ ὁ φυσικὸς χρησιμοποιεῖ ὅταν ἀλλάζει κλίμακα, πρᾶγμα τὸ ὁποῖο δημιουργεῖ μιὰ βασικὴ ἀμφιβολία ἂν ἡ μικροφυσικὴ συλλαμβάνῃ τὴν πραγματικὴ ὑφὴ τοῦ φαινομένου στὴν ἀτομικὴ κλίμακα. Ὁ De Broglie μὲ τὴν τελευταία του τοποθέτηση ἐπισύρει τὴν προσοχή μας στὸ συμβατικὸ στοιχεῖο, ποὺ ὑπεισέρεχεται, ὅταν ἀπὸ τὴν περιοχὴ τῶν μέσων μεγεθῶν περνοῦμε στὴν περιοχὴ τῆς μι-

Ἄλλὰ αὐτὸ δὲν ἐμποδίζει τὸ ἴδιο αὐτὸ πρόσωπο νὰ βρίσκεται σ' ἕνα καθορισμένο τόπο. Μιὰ ἐρμηνεία τοῦ εἶδους αὐτοῦ δὲν μοῦ φαίνεται νὰ παρουσιάζῃ καμμιά δυσκολία. Ἄν ἀντίθετα ὑποστηρίξῃ κάποιος ὅτι τὸ πρόσωπο τοῦτο βρίσκεται ἐν δυνάμει σὲ ὅλο τὸ χῶρο ὅπου μέσα μετακινεῖται συνήθως, δὲν καταλαβαίνω πιά. . . Γιὰ νὰ συνδυάσω τὴν πραγματικότητα μὲ ὅλα αὐτὰ τὰ φανταστικὰ πρότυπα, ποὺ ἀντιστοιχοῦσαν μ' αὐτὴν, χωρὶς ὥστόσο νὰ τὴν περιγράφουν, ἔφτασα στὸ νὰ προτείνω τὴ θεωρία τῆς διπλῆς λύσεως, σύμφωνα μὲ τὴν ὁποία εἶναι ὄντως τὸ φυσικὸ φαινόμενο ποὺ βοηθεῖ στὸ νὰ προσδιορισθοῦν τὰ φαινόμενα ποὺ ἐρμηνεύονται μέσα ἀπὸ τὸ τυποποιημένο κύμα. Ὡδηγήθηκα στὸ νὰ ἀναπτύξω τὴ θεωρία τούτη γιὰ νὰ ἀποδώσω ταυτοχρόνως στὸ σωματίδιο τὴ φυσικὴ του πραγματικότητα» (ὁ.π., σελ. 87). Συνοψίζοντας τέλος τὶς ἀπόψεις του σὲ σχέση μὲ τὴν ἀρχὴ τῆς αἰτιότητος καὶ τὴν ἀποδοχὴ τοῦ παγκόσμιου καθορισμοῦ, ὁ Louis de Broglie λέει τὰ ἑξῆς: «Ὅταν κανεὶς κἀνὴ φυσικὴ πρέπει νὰ ὀδηγεῖται ἀπὸ τὴν ἰδέα τῆς αἰτιότητος. Ὅταν ἐγκαταλείπῃ κανεὶς τὴν αἰτιότητα, δὲν ξέρεي γιὰ πῶς πρᾶγμα μιλάει» (ὁ.π., σελ. 88).

7. Pierre-Simon Laplace, *Essai philosophique sur les probabilités*, Paris 1814 (ἔκδ. 1921, σελ. 3 ἐπ.: «Πρέπει νὰ θεωρήσωμε τὴν παροῦσα κατάσταση τοῦ σύμπαντος ὡς τὸ ἀποτέλεσμα τῆς προηγούμενης καταστάσεώς του καὶ ὡς τὴν αἰτία αὐτῆς ποὺ θὰ ἀκολουθήσῃ. Μιὰ διάνοια ποὺ σὲ μιὰ δεδομένη στιγμή θὰ ἦταν σὲ θέσιν νὰ γνωρίζῃ ὅλες τὶς δυνάμεις ποὺ ἐνεργοῦν μέσα στὴ φύση καὶ τὴ διαδοχικὴ θέσιν τῶν πραγμάτων ποὺ τὴν ἀποτελοῦν, καὶ ἂν ἐξ ἄλλου ἦταν ἀρκετὰ πλατεῖα γιὰ νὰ ὑποβάλλῃ ὅλα αὐτὰ τὰ δεδομένα στὴν ἀλγεβρικὴ ἀνάλυση, θὰ μπορούσε νὰ συμπεριλάβῃ στὸν ἴδιο μαθηματικὸ τύπο τὶς κινήσεις τῶν πῶς μεγάλων σωμάτων τοῦ σύμπαντος καθὼς καὶ τὶς κινήσεις τοῦ ἐλαχίστου ἀτόμου. Τίποτα δὲν θὰ ἦταν ἀβέβαιο γι' αὐτὴν, καὶ τὸ μέλλον καθὼς καὶ τὸ παρελθὸν θὰ ἦταν παρόντα στὰ μάτια της»).



κροφυσικής, και εξηγεί τους λόγους για τους οποίους η φυσική αυτή απομακρύνθηκε από την αρχή του παγκόσμιου καθορισμού, όπως την διετύπωσε ο Laplace.

Αν, έπειτα από όλα αυτά, γίνεται φανερό ότι είναι πολύ δύσκολο να αποφανθοῦμε για την πραγματική συγκρότηση του απείρως μικρού, το πρόβλημα της όμοιογένειας ή άνομοιογένειας των φαινομένων σε όλες τις κλίμακες παραμένει σκοτεινό. Ακόμη και η γνώση όρισμένων δεδομένων, που δεν γνωρίζουμε ακόμα και που επενεργοῦν ως κρυφοί παράγοντες στην πορεία των μικροφαινομένων, δεν πρόκειται κατά πάσα πιθανότητα να αλλάξει την κατάσταση. Δεν σημαίνει όμως το ίδιο στην κλίμακα της μακροφυσικής, όταν με τον όρο τουτο εννοοῦμε την κλίμακα των αστρονομικών μεγεθών. Δεν ἔχομε ἔδω παρά να δώσωμε το λόγο στον ίδιο τον Einstein, όταν κάνει τη διαστολή ανάμεσα στο απείρως μικρό και το απείρως μεγάλο. Ένώ στην περίπτωση της μακροφυσικής δεν φαίνεται να αποκλείει την άνομοιογένεια των φαινομένων σε σχέση με τη μέση κλίμακα, όταν πρόκειται για τη μακροφυσική, πιστεύει ότι ὑπάρχει μᾶλλον όμοιογένεια.

Στη βαρυσήμαντη, λόγου χάρη, μελέτη του, που αποτελεί μιὰ συμπληρωματική έκδοχή της ανακοινώσεως που ἔκαμε στις 27 Ἰανουαρίου 1921 στην Ἀκαδημία του Βερολίνου και που ἔχει για τίτλο «Ἡ Γεωμετρία και ἡ ἔμπειρία», ἀφοῦ πρῶτα διαχωρίζει τὴ Θεωρητικὴ Γεωμετρία — ὀρθολογικὴ κατασκευὴ τοῦ νοῦ, τὴν ὁποία κατατάσσει στὴν περιοχὴ τῆς Ἀξιωματικῆς — ἀπὸ τὴν Πρακτικὴ Γεωμετρία, που εἶναι ἡ Γεωμετρία που πηγάζει ἀπὸ τὴν ἔμπειρία τοῦ πραγματικοῦ και που τὴν θεωρεῖ ὡς ἓνα μέρος τῆς Φυσικῆς, γράφει τὰ ἀκόλουθα :

«Ἡ ἔρμηνεία τῆς Γεωμετρίας ὡς μέρους τῆς Φυσικῆς ἐπιστήμης, που ἀναπτύσσομε ἔδω, δὲν φαίνεται νὰ εἶναι ἄμεσα ἀποτελεσματικὴ, όταν ἔχομε νὰ κάνωμε μὲ μεγέθη τῆς ὑπομοριακῆς τάξεως. Ὡστόσο κρατᾷ κάτι ἀπὸ τὴ σημασία της ἀπέναντι στὰ προβλήματα ἐκεῖνα που ἔχουν σχέση μὲ τὴ συγκρότηση τῶν βασικῶν σωματιδίων»⁸.

Και ἀφοῦ διατυπώσει τὶς ἀμφιβολίες που προκύπτουν ἐπάνω στὸ θέμα τοῦτο, προσθέτει:

«Ἡ ἐπιτυχία μόνο μπορεῖ νὰ ἀποφασίση, ἂν ἡ προσπάθεια, ἡ ὁποία ἐγκείται στὸ νὰ δεχθοῦμε μιὰ συμφωνία ἀνάμεσα στὶς βασικὲς ἔννοιες τῆς Ριμανίου Γεωμετρίας και μιὰ (φυσικὴ) πραγματικότητα, που βρίσκεται ἔξω ἀπὸ τὴν περιοχὴ ἐκείνη που εἶναι δυνατό νὰ προσδιορίσωμε στὴ Φυσικὴ, εἶναι δικαιολογημένη».

Και παρακάτω: «Λιγότερο προβληματικὴ φαίνεται ἡ ἐπέκταση τῶν ἐννοιῶν τῆς Πρακτικῆς Γεωμετρίας (αὐτῆς δηλαδὴ που ἔχει μιὰ ἐμπειρικὴ βάση και δὲν πηγάζει ἀπὸ τὴν ἀξιωματικὴ) σὲ χώρους τῆς τάξεως τῶν κοσμικῶν μεγεθῶν. Θὰ μπορούσε νὰ ἀντιτάξη

8. Albert Einstein, *L'éther et la théorie de la relativité. La géométrie et l'expérience*. Μετάφραση Solovine, θεωρημένη ἀπὸ τὸν Einstein, Paris 1964³, σελ. 19.

κανείς, ὅτι ἡ κατασκευὴ στερεῶν μέτρων καταμετρήσεως (συστημάτων καταμετρήσεως), ἀπομακρύνεται τόσο περισσότερο ἀπὸ τὸ ἰδεώδες τῆς σταθερότητος, ὅσο τὸ πρὸς καταμέτρηση διάστημα αὐξάνει. Ἀλλὰ δὲν θὰ μπορούσε νὰ θεωρήσῃ κανείς ὅτι μιὰ τέτοια ἀντίρρηση ἔχει τὴν ἀξία μιᾶς ἀρχῆς. Εἶναι γι' αὐτὸ τὸ λόγο ποὺ τὸ ἐρώτημα, ἂν ὁ κόσμος εἶναι ὅσον ἀφορᾷ τὸ χῶρο πεπερασμένος ἢ ὄχι, μοῦ φαίνεται ὅτι ἔχει ἀπὸ τὴν πλευρὰ τῆς Πρακτικῆς Γεωμετρίας ἓνα συγκεκριμένο νόημα. Καὶ δὲν θεωρῶ ἀδύνατο, σὲ ἓνα προσεχὲς μέλλον, ἢ Ἀστρονομία νὰ δώσῃ μιὰν ἀπάντηση στὸ θέμα αὐτό»⁹.

Ὁ ἴδιος ἄλλωστε ὁ Einstein, παίρνοντας ὡς βάση τὸν μέσο ὅρο τῆς κατανομῆς τῆς ὕλης μέσα στὸ Σύμπαν, εἶχε φτάσει στὸ συμπέρασμα ὅτι ὁ χῶρος εἶναι πεπερασμένος.

Ἄν ἀκολουθήσωμε τὶς ἀπόψεις αὐτὲς τοῦ Einstein, πρέπει νὰ παραδεχτοῦμε, ἂν ὄχι τίποτε ἄλλο, τουλάχιστο ὅτι δὲν μπορούμε νὰ ἀποδείξωμε ὅτι ὑπάρχει μιὰ πραγματικὴ συμμετρία ἀνάμεσα στὴ μικροφυσικὴ καὶ τὴ μακροφυσικὴ κλίμακα τῶν φαινομένων. Τὸ ἀπείρως μεγάλο φαίνεται νὰ συμφωνῇ κάπως περισσότερο ἀπὸ τὸ ἀπείρως μικρὸ μὲ τὴν κλίμακα τῶν μεγεθῶν ποὺ χρησιμοποιοῦμε γιὰ νὰ καταμετρήσωμε τὴ γήϊνη ἐπιφάνεια. Τουλάχιστο ἀπὸ τὴν πλευρὰ τῆς «Πρακτικῆς Γεωμετρίας», ὅπως ὀνομάζει ὁ Einstein τὴ Γεωμετρία ποὺ ἔχει νὰ κάνῃ μὲ γήϊνα μεγέθη, οἱ καταμετρήσεις στὴν κλίμακα τῆς ἀστρονομίας φαίνεται νὰ ἔχουν ἓνα πιὸ συγκεκριμένο νόημα ἀπὸ ὅτι ἔχουν στὴν περιοχὴ τῆς μικροφυσικῆς — παρὰ τὸ γεγονὸς ὅτι τὸ χῶρο τοῦ σύμπαντος ὁ Einstein τὸν ἀντιμετωπίζει ὡς μὴ εὐκλείδειο.

Καὶ μόνο οἱ διαπιστώσεις αὐτές, μᾶς ὑποχρεώνουν νὰ περάσωμε στὸ δεύτερο ἐρώτημα, ποὺ θέσαμε: Ἄν δηλαδὴ ὁ διαχωρισμὸς τῶν φαινομένων σὲ τρεῖς διαφορετικὲς κλίμακες, τὴν κλίμακα τοῦ ἀπείρως μεγάλου, τὴν κλίμακα τοῦ ἀπείρως μικροῦ καὶ τὴ μέση κλίμακα ἐκφράζει τὴν πραγματικότητα ἢ εἶναι ἓνα νοητικὸ κατασκευάσμα τοῦ ἀνθρώπου, ποὺ προέρχεται ἀπὸ τὸν τρόπο ποὺ αὐτὸς σχηματοποιεῖ καὶ στοχάζεται τὸν κόσμο. Στὸ κείμενο τοῦ Einstein, ποὺ παραθέσαμε, ἀντιμετωπίζονται καὶ οἱ δύο περιπτώσεις.

Ἀπὸ τὸ ἓνα μέρος ἔχομε ἀξιωματικὰ συστήματα, ποὺ δὲν εἶναι τίποτε ἄλλο ἀπὸ ὀρθολογικὰ θεωρητικὰ ὄργανα, μὲ τὴ βοήθεια τῶν ὁποίων ἀντιμετωπίζομε τὸ πραγματικόν, ἐντάσσοντάς το μέσα στὰ συστήματά μας γιὰ νὰ τὸ διερευνήσωμε μὲ τὴ βοήθεια τῶν μαθηματικῶν συντεταγμένων μας.

Ἀπὸ τὸ ἄλλο μέρος εἶναι ἡ ἴδια ἡ πραγματικότητα, ποὺ μᾶς ὑποβάλλει τὴ δομὴ ποὺ θὰ δώσωμε στὴ Γεωμετρία ποὺ θὰ χρησιμοποιήσωμε καὶ ποὺ τόσο στὴν περίπτωσι τῆς μικροφυσικῆς ὅσο καὶ στὴν περίπτωσι τῆς μακροφυσικῆς, ὅταν δηλαδὴ δὲν ἔχομε νὰ κάνωμε μὲ γήϊνα μεγέθη, δὲν θὰ εἶναι εὐκλείδειος. Στὶς περιπτώσεις αὐτὲς ἡ κλίμακα τῶν φαινομένων

9. Ὁ.π., σελ. 21.

δέν καθορίζει μόνο συμβολικά τή γεωμετρική μορφή τους, αλλά καθορίζει αὐτή τήν ἴδια τή δομή τοῦ φαινομένου, διαγράφοντας διαφορετικές ζώνες τῆς πραγματικότητας. Ἐστὼ καὶ ἀπὸ καθαρὰ γεωμετρικὴ πλευρά, τὸ ἀπείρως μικρὸ καὶ τὸ ἀπείρως μεγάλο, ἀνταποκρίνονται καλύτερα πρὸς μιὰ μὴ εὐκλείδειο διάρθρωση τοῦ χώρου, πρᾶγμα ποὺ δὲ συμβαίνει μὲ τὴ γήϊνη κλίμακα τῶν μέσων μεγεθῶν, ὅπου «Πρακτικὴ Γεωμετρία» — γιὰ νὰ χρησιμοποιήσω τὸν ὅρο τοῦ Einstein — εἶναι ἡ Εὐκλείδειος. Ἡ μεταφορά μας ἀπὸ τὴ μιὰ κλίμακα στὴν ἄλλη δέν ἔχει, στὴν περίπτωσή αὐτή, ἓνα καθαρὰ μεθοδολογικὸ νόημα, ἀλλὰ βρίσκει μιὰ κάποια ἀνταπόκριση στὴν ἴδια τή δομή τοῦ ἀντικειμένου. Γιατὶ ἀπὸ τὴ στιγμή ποὺ ἀμφιβάλλομε γιὰ τὴν ὁμοιογένεια τῶν φαινομένων στὶς τρεῖς αὐτὲς κλίμακες, εἶναι σὰν νὰ παραδεχόμαστε τὴ δυνατότητα ὑπάρξεως περιοχῶν τοῦ πραγματικοῦ μὲ διαφορετικὴ δομή.

Τὸ πρόβλημά μας ἀντὶ νὰ γίνεται μὲ τὸν τρόπο αὐτὸ πιὸ ἀπλὸ γίνεται πιὸ πολύπλοκο, γιατί ἐδῶ δέν ἔχομε νὰ κάνωμε μὲ μιὰ κοπερνίκειο στροφή τοῦ εἶδους τοῦ Κάντ, μὲ μιὰ μετατόπιση τῆς ἐπιστημονικῆς γνώσεως ἀπὸ τὸ ἀντικείμενο στὸ νοοῦν ὑποκείμενο, ἀλλὰ μὲ μιὰ ἐμπλοκὴ τῶν ἐννοιῶν ὑποκειμένου καὶ ἀντικειμένου τῆς γνώσεως, μεθόδου καὶ πραγματικότητος, γιατί ἡ ἔννοια τῆς κλίμακος περιέχει καὶ τὰ δύο. Ἀπὸ τὸ ἓνα μέρος εἶναι μιὰ μέθοδος ποὺ δίνει τὴ δυνατότητα σχηματοποιήσεως τῶν φαινομένων, τὸ διαχωρισμὸ τους σὲ διάφορες τάξεις μέσα ἀπὸ μετρικὰ συστήματα ποὺ ὀργανώνει ὁ ἀνθρώπινος νοῦς, ἐνῶ ἀπὸ τὸ ἄλλο μέρος ἐμφανίζεται σὰν νὰ ἐκφράζει τὴ δομὴ τῆς πραγματικότητος μέσα στὸ χῶρο.

Νομίζω ὅτι ὁ πιὸ ἀπλὸς τρόπος γιὰ νὰ ἀντιμετωπίσωμε τὴ δυσκολία τοῦ προβλήματος εἶναι νὰ ἐπιχειρήσωμε νὰ πλησιάσωμε τὴν ἔννοια τῆς κλίμακος, ἀνατρέχοντας στὴν πηγὴ της, γιατί, ὅπως ἔλεγε ὁ Auguste Comte, τότε μόνο μποροῦμε νὰ καταλάβωμε πραγματικὰ ἓνα πρᾶγμα, ὅταν γνωρίζωμε τὴν ἱστορία του. Δέν εἶμαι τόσο ἀπέλυτος στὸ σημεῖο αὐτὸ ὅσο ὁ Comte, νομίζω ὅμως ὅτι ἡ ἀναδρομὴ στὴν Ἱστορία θὰ ἦταν πολὺ χρήσιμη στὴν περίπτωσή αὐτή. Καὶ τὴν μὲν ἱστορικὴ πηγὴ τῆς ἔννοιας τῆς κλίμακος πρέπει νὰ τὴν ἀναζητήσωμε στὴν Γεωγραφία, καὶ ἰδιαίτερα στὴν περιοχὴ αὐτὴ τῆς Γεωγραφίας ποὺ ὀνομάζομε Χαρτογραφία, ὅσο γιὰ τὴ γενικότερη ἐφαρμογὴ τῆς ἔννοιας τῆς κλίμακος καὶ τὴ χρησιμοποίησή της ὡς μεθοδολογικοῦ ὀργάνου στὶς περισσότερες ἐπιστῆμες, νομίζω ὅτι πρέπει νὰ τὴν ἀναζητήσωμε στὴν Ἀναλυτικὴ Γεωμετρία, καὶ ἰδιαίτερα στὴ διαμόρφωση τῶν συστημάτων συντεταγμένων, ὅπως αὐτὰ τὰ συνέλαβε ἡ μεγαλοφυΐα ἐνὸς Descartes.

3. Ἀπὸ τίς πληροφορίες ποὺ ἔχομε, κυρίως μέσα ἀπὸ τίς περιγραφές ποὺ μᾶς δίνει ὁ Στράβων, ὁ πραγματικὸς θεμελιωτὴς τῆς μαθηματικῆς χαρ-

τογραφίας, ἐκεῖνος ποὺ ἐπεχείρησε νὰ χρησιμοποιήσῃ μιὰ γεωγραφικὴ κλίμακα γιὰ νὰ δώσῃ μιὰ ὅσο τὸ δυνατό πιὸ ἀκριβῆ γιὰ τὴν ἐποχὴ τοῦ εἰκόνα τῶν γῆϊνων ἀποστάσεων, ὑπῆρξε ὁ Ἐρατοσθένης¹⁰. Τὴν περίοδο ποὺ ὁ σοφὸς αὐτὸς διηύθυνε τὴ Βιβλιοθήκη τῆς Ἀλεξανδρείας χρησιμοποιώντας τὸ τεράστιο ὑλικὸ ποὺ εἶχε στὴ διάθεσή του, τόσο ἀστρονομικὸ — θέσεις τῶν ἄστρον — ὅσο καὶ γεωγραφικὸ — καθορισμὸς τῶν διαφορῶν κατευθύνσεων τῶν δρόμων, ἀποστάσεις ἀπὸ τὸ ἓνα μέρος τῆς γῆς στὸ ἄλλο (ποὺ τὸ μεγαλύτερο μέρος προερχόταν ἀπὸ τὶς ἀποστολὰς ποὺ εἶχε ὀργανώσει 100 χρόνια πρὶν ὁ Μέγας Ἀλέξανδρος, θέλοντας νὰ μαζέψῃ ὅσο τὸ δυνατό περισσότερες πληροφορίες γιὰ τὸν τότε κατοικημένο κόσμον, ὅπως ἦταν λόγου χάρις ὁ περίφημος περίπλους ἑνὸς μέρους τῆς Ἀφρικῆς ἀπὸ τὸ ναύαρχό του Νέαρχο) — θέλησε νὰ δώσῃ μιὰ πιὸ συνθετικὴ εἰκόνα στὸ ὑλικὸ αὐτὸ μέσα ἀπὸ ἐπεξεργασμένους γεωγραφικοὺς χάρτες.

Βέβαια δὲν ἦταν ὁ πρῶτος ποὺ συνέταξε γεωγραφικοὺς χάρτες. Τέτοιους βρίσκομε στὴν ἀρχαιότητα πολὺ πρὶν ἀπὸ τὸν Ἐρατοσθένη. Φαίνεται ὅτι γεωγραφικοὺς χάρτες χρησιμοποίησαν ὁ Ἀναξίμανδρος καὶ οἱ Πυθαγορικοὶ καθὼς καὶ ὁ Ἀριστοτέλης. Αὐτὸς δὲ ποὺ ἔδωσε στὴ Χαρτογραφία μιὰ μορφή περισσότερο ἐπιστημονικὴ, χρησιμοποιώντας ἓνα εἶδος γεωγραφικῶν συντεταγμένων, ὑπῆρξε ὁ μαθητὴς τοῦ Ἀριστοτέλους Δικαίαρχος ἀπὸ τὴ Μεσσήνη, τοῦ ὁποῖου ἓνα σημαντικὸ γεωγραφικὸ ἔργο εἶναι ἡ *Περίοδος γῆς*. Φαίνεται ὅτι ὁ Δικαίαρχος εἶχε σκεφθῇ, γιὰ νὰ χαράξῃ τὸ χάρτη τοῦ κόσμου, νὰ χρησιμοποιήσῃ δυὸ ὀρθογώνιους ἄξονες, ποὺ ὁ καθένας ἦταν χωρισμένος σὲ στάδια καὶ ἀπὸ τοὺς ὁποῖους αὐτὸν ποὺ διαιροῦσε τὸν χάρτη σὲ δύο μέρη ὡς πρὸς τὸ μῆκος τὸν ὠνόμαζε διάφραγμα. Τοῦτο ἀντιστοιχοῦσε σὲ 360 βαθμοὺς γεωγραφικοῦ πλάτους καὶ περνοῦσε ἀπὸ τὴ Ρόδο. Ὁ ἄλλος ἄξονας περνοῦσε κι' αὐτὸς ἀπὸ τὴ Ρόδο, τέμνοντας τὸν πρῶτον. Μὲ βάση τὸ σύστημα αὐτὸ τῶν γεωγραφικῶν συντεταγμένων ἦταν δυνατό νὰ προσδιορισθοῦν ἐπάνω στὸ χάρτη οἱ τοποθεσίαι ἐκεῖνες, τῶν ὁποίων ἦταν γνωστὲς οἱ ἀποστάσεις.

Ἐνα ἀνάλογο τρόπο θὰ χρησιμοποιήσῃ καὶ ὁ Ἐρατοσθένης, ὁ ὁποῖος στὸ Πρῶτον Βιβλίον τῶν *Γεωγραφικῶν*, μᾶς δίνει καὶ τὸ ἱστορικὸ ὅλων τῶν ὡς τότε γεωγραφικῶν ἐπιτεύξεων. Χωρίζει τὴ γῆ σὲ μιὰ σειρά ἀπὸ τμήματα, ποὺ τὰ ὀνομάζει σφραγίδες καὶ τὰ συγκροτεῖ μὲ βάση δυὸ ἄξονες ποὺ τέμνουν ὁ ἓνας τὸν ἄλλο. Ὁ ἓνας ἀπὸ τοὺς ἄξονες αὐτοὺς πηγαίνει ἀπὸ τὸ

10. Ὁ Ἐρατοσθένης γεννήθηκε στὴν Κυρήνη γύρω στὰ 275 π.Χ. καὶ πέθανε στὰ 195 π.Χ., στὴν Ἀλεξάνδρεια, ὅπου τὸν κάλεσε ὁ Πτολεμαῖος ὁ Εὐεργέτης γιὰ νὰ διαδεχθῇ τὸν Καλλίμαχον στὴ διεύθυνση τῆς Βιβλιοθήκης τῆς Ἀλεξανδρείας. Ἐκεῖ φαίνεται ὅτι συνδέθηκε μὲ στενὴ φιλία μὲ τὸν Ἀρχιμήδη. Τὰ κείμενα τῶν ἀρχαίων, ποὺ ἀναφέρονται στὸν Ἐρατοσθένη, βρίσκονται στὸ βιβλίον τοῦ Hugo Berges, *Die geographischen Fragmente des Eratosthenes*, Leipzig, Teubner 1880.



Borrrā πρὸς τὸ Νότο καὶ περνᾷ ἀπὸ τὴν Ἀλεξάνδρεια. Ὁ ἄλλος ἀπὸ τὴν Ἀνατολὴ πρὸς τὴ Δύση καὶ περιλαμβάνει τὴ Ρόδο, τὰς Ἀθήνας καὶ τὶς Στῆλες τοῦ Ἡρακλέους.

Ὁ Ἐρατοσθένης παρουσιάζεται μέσα ἀπὸ τὰ Γεωγραφικὰ ὡς ἓνας ἀπὸ τοὺς πιὸ κατατοπισμένους σοφοὺς τῆς ἀρχαιότητος. Γιατὶ ὅχι μόνο μᾶς ἔδωσε μιὰ ὅσο τὸ δυνατό πληρέστερη χαρτογραφικὴ εἰκόνα τῆς διαμορφώσεως τῆς γῆς, χρησιμοποιώντας τόσο τὶς δικές του παρατηρήσεις ὅσο καὶ τὶς παρατηρήσεις τῶν προκατόχων του, ἀλλὰ μαζὶ μ' αὐτὸ ὑπελόγισε καὶ τὸ μέγεθός της. Στὸ βιβλίο του *Περὶ ἀναμετρήσεως τῆς γῆς* τὴν θεωρεῖ, ὅπως πολλοὶ ἀπὸ τοὺς Ἑλληνες φιλοσόφους, ὡς μιὰ σφαῖρα, μὲ περιφέρεια γύρω στὰ 252.000 στάδια. Εἶναι ἐνδιαφέρον νὰ σημειώσωμε τὴ μέθοδο ποὺ χρησιμοποίησε γιὰ νὰ φτάσῃ σ' αὐτὸ τὸ συμπέρασμα, γιατί εἶναι κι αὐτὸ ἓνα δείγμα τῆς εὐρύτητος καὶ τῆς εὐκαμψίας τῆς ἐλληνικῆς σκέψεως στὸν τομέα τῶν ἐπιστημῶν. Μὲ βάση τὴν παρατήρηση, ὅτι οἱ ἡλιακὲς ἀκτίνες φτάνουν τὸ καλοκαίρι ὡς τὸ βάθος τῶν φρεάτων τῆς Συήνης, τοῦ σημερινοῦ Ἀσουάν, καὶ συγκρίνοντας αὐτὸ μὲ τὸ βάθος, στὸ ὁποῖο φτάνουν τὴν ἴδια ἐποχὴ στὴν Ἀλεξάνδρεια, γνωρίζοντας δὲ τὴν ἀπόσταση ποὺ χωρίζει τὰ δύο αὐτὰ σημεία τῆς γῆς (ποὺ εἶναι γύρω στὰ 5000 στάδια), ὑπελόγισε ὅτι ἡ ἀπόσταση τούτη εἶναι τὸ $1/50$ περίπου τῆς περιφερείας τῆς γῆς, δηλαδὴ 250.000 στάδια, γιὰ τὴν ἀκρίβεια 252.000, ποὺ ἂν μετατρέψωμε σὲ σημερινὰ μέτρα, ἔχουμε 42.000 περίπου χιλιόμετρα, ἀριθμὸ ποὺ δὲν ἀπομακρύνεται πολὺ ἀπὸ τὶς σημερινὲς καταμετρήσεις¹¹.

11. Κλεομήδης, *Κυκλικῆς θεωρίας μετεώρων Βιβλίον Α'*, κεφ. 10, 53: Ὑπὸ τῷ αὐτῷ κείσθαι μεσημβρινῷ φησι Συήνην καὶ Ἀλεξάνδρειαν. Ἐπεὶ οὖν μέγιστοι τῶν ἐν τῷ κόσμῳ οἱ μεσημβρινοί, δεῖ καὶ τοὺς ὑποκειμένους τούτοις τῆς γῆς κύκλους μεγίστους εἶναι ἀναγκαίως. Ὡστε ἡλίκον ἂν τὸν διὰ Συήνης καὶ Ἀλεξανδρείας ἦκοντα κύκλον τῆς γῆς ἡ ἔφοδος ἀποδείξει αὕτη, τηλικούτος καὶ ὁ μέγιστος ἔσται τῆς γῆς κύκλος. Φησὶ τοίνυν, καὶ ἔχει οὕτως, τὴν Συήνην ὑπὸ τῷ θερινῷ τροπικῷ κείσθαι κύκλῳ. Ὅποτε οὖν ἐν καρκίνῳ γενόμενος ὁ ἥλιος καὶ θερινὰς ποιῶν τροπὰς ἀκριβῶς μεσουρανήσῃ, ἄσκιτοι γίνονται οἱ τῶν ὥρολογίων γνώμονες ἀναγκαίως, κατὰ κάθετον ἀκριβῆ τοῦ ἡλίου ὑπερκειμένου καὶ τοῦτο γίνεσθαι λόγος ἐπὶ σταδίου τριακοσίου τὴν διάμετρον. Ἐν Ἀλεξανδρείᾳ δὲ τῇ αὐτῇ ὥρᾳ ἀποβάλλουσιν οἱ τῶν ὥρολογίων γνώμονες σκιάν, ἅτε πρὸς ἄρκτῳ μᾶλλον τῆς Συήνης ταύτης τῆς πόλεως κειμένης. Ὑπὸ τῷ αὐτῷ μεσημβρινῷ τοίνυν καὶ μεγίστῳ κύκλῳ τῶν πόλεων κειμένων, ἂν περιαγάγωμεν περιφέρειαν ἀπὸ τοῦ ἄκρου τῆς τοῦ γνώμονος σκιᾶς ἐπὶ τὴν βάσιν αὐτὴν τοῦ γνώμονος τοῦ ἐν Ἀλεξανδρείᾳ ὥρολογίου, αὕτη ἡ περιφέρεια τμήμα γενήσεται τοῦ μεγίστου τῶν ἐν τῇ σκάφῃ κύκλων, ἐπεὶ μεγίστῳ κύκλῳ ὑπόκειται ἡ τοῦ ὥρολογίου σκάφη. Εἰ οὖν ἐξῆς νοήσαιμεν εὐθείας διὰ τῆς γῆς ἐκβαλλομένης ἀφ' ἑκατέρου τῶν γνωμόνων, πρὸς τῷ κέντρῳ τῆς γῆς συμπεσοῦνται. Ἐπεὶ οὖν τὸ ἐν Συήνῃ ὥρολόγιον κατὰ κάθετον ὑπόκειται τῷ ἡλίῳ, ἂν ἐπινοήσωμεν εὐθεῖαν ἀπὸ τοῦ ἡλίου ἦκουσαν ἐπ' ἄκρον τὸν τοῦ ὥρολογίου γνώμονα, μία γενήσεται εὐθεῖα ἡ ἀπὸ τοῦ ἡλίου μέχρι τοῦ κέντρου τῆς γῆς ἦκουσα. Ἐὰν οὖν ἐτέραν εὐθεῖαν νοήσωμεν ἀπὸ τοῦ ἄκρου τῆς σκιᾶς τοῦ γνώμονος δι' ἄκρου τοῦ γνώμονος ἐπὶ τὸν ἥλιον

Αὐτοὶ ποὺ συνεπλήρωσαν τὸ ἔργο τοῦ Ἑρατοσθένους, γιὰ νὰ τοῦ δώσουν μιὰ τελειωτικὴ γιὰ τὴν ἐποχὴ τους μορφή ἀπὸ χαρτογραφικὴ καὶ μετρικὴ πλευρά, ἦταν δύο ἀστρονόμοι. Κατὰ πρῶτο λόγο ὁ Ἴππαρχος, ποὺ ἔζησε τὸ πρῶτο ἡμισυ τοῦ Β' αἰῶνος π.χ. καὶ ποὺ συνέλαβε ἓνα στερεομετρικὸ τρόπο προβολῆς γιὰ τὴν κατασκευὴ τῶν γεωγραφικῶν χαρτῶν, καὶ κατὰ δεύτερο λόγο ὁ περίφημος Πτολεμαῖος, ποὺ ἔζησε κι αὐτὸς στὸ Β' π.Χ. αἰῶνα. Χάρη στοὺς δύο αὐτοὺς σοφοὺς τῆς ἀρχαιότητος, ἔχομε μιὰ πρώτη μετρικὴ χρησιμοποίησι τῆς κλίμακος στὴ χαρτογραφία ἀρκετὰ ἀκριβῆ, ὥστε μόνο στὸ 18ο αἰῶνα νὰ παύσῃ νὰ χρησιμοποιεῖται. Γιατὶ οἱ χάρτες τοῦ Πτολεμαίου, πολὺ πιὸ τέλειοι ἀπὸ τοὺς μεταγενέστερους χάρτες τῆς Μεσαιωνικῆς ἐποχῆς, ποὺ περιελάμβαναν κάθε εἶδους παραστάσεις καὶ φανταστικὰ στοιχεῖα σύμφωνα μὲ τὶς δεισιδαιμονίες ποὺ ἐπικρατοῦσαν, γνώρισαν μιὰν ἰδιαίτερη αἵγλη λόγῳ τῆς αὐθεντίας τοῦ Πτολεμαίου καὶ ἀργήσαν νὰ ἀναθεωρηθοῦν¹². Αὐτὸ δὲν ἐγίνε παρὰ μόνο τοὺς τρεῖς τελευταίους αἰῶνες χάρις σὲ πιὸ ἀκριβεῖς καταμετρήσεις. Μποροῦμε λοιπὸν νὰ ποῦμε ὅτι ἡ εἰσαγωγὴ τῆς ἔννοιας τῆς κλίμακος στὴ χαρτογραφία ὀφείλεται κυρίως στοὺς Ἑλλήνες τῆς Ἀλεξανδρινῆς ἐποχῆς.

Θὰ ἦταν βέβαια ἐνδιαφέρον νὰ μελετήσωμε τὴν κατοπινὴ ἐξέλιξη τῆς χαρτογραφίας καὶ τὸν τρόπο, μὲ τὸν ὁποῖο καθορίζονται οἱ διάφορες κλί-

ἀναγομένην ἀπὸ τῆς ἐν Ἀλεξανδρείᾳ σκάφης, αὕτη καὶ ἡ προειρημένη εὐθεῖα παράλληλοι γενήσονται ἀπὸ διαφορῶν γε τοῦ ἡλίου μερῶν ἐπὶ διάφορα μέρη τῆς γῆς διήκουσαι. Εἰς ταύτας τοίνυν παραλλήλους οὐσας ἐμπίπτει εὐθεῖα ἡ ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς γῆς ἐπὶ τὸν ἐν Ἀλεξανδρείᾳ γνώμονα ἤκουσα, ὥστε τὰς ἐναλλάξ γωνίας ἴσας ποιεῖν ὧν ἡ μὲν ἐστὶ πρὸς τῷ κέντρῳ τῆς γῆς κατὰ σύμπτωσιν τῶν εὐθειῶν, αἱ ἀπὸ τῶν ὥρολογίων ἤχθησαν ἐπὶ τὸ κέντρον τῆς γῆς, γινομένη, ἡ δὲ κατὰ σύμπτωσιν ἄκρου τοῦ ἐν Ἀλεξανδρείᾳ γνώμονος καὶ τῆς ἀπ' ἄκρου τῆς σκιᾶς αὐτοῦ ἐπὶ τὸν ἥλιον διὰ τῆς πρὸς αὐτὸν ψαύσεως ἀναχθείσης γεγεννημένη. Καὶ ἐπὶ μὲν ταύτης βέβηκε περιφέρεια ἡ ἀπ' ἄκρου τῆς σκιᾶς τοῦ γνώμονος ἐπὶ τὴν βάσιν αὐτοῦ περιαχθεῖσα, ἐπὶ δὲ τῆς πρὸς τῷ κέντρῳ τῆς γῆς ἡ ἀπὸ Συήνης διήκουσα εἰς Ἀλεξάνδρειαν. Ὅμοιαι τοίνυν αἱ περιφέρειαι εἰσὶν ἀλλήλαις ἐπ' ἴσων γε γωνιῶν βεβηκυῖαι. Ὅν ἄρα λόγον ἔχει ἡ ἐν τῇ σκάφῃ πρὸς τὸν οἰκεῖον κύκλον, τοῦτον ἔχει τὸν λόγον καὶ ἡ ἀπὸ Συήνης εἰς Ἀλεξάνδρειαν ἤκουσα. Ἡ δὲ γε ἐν τῇ σκάφῃ πεντηκοστὸν μέρος εὐρίσκεται τοῦ οἰκείου κύκλου. Δεῖ οὖν ἀναγκαίως καὶ τὸ ἀπὸ Συήνης εἰς Ἀλεξάνδρειαν διάστημα πεντηκοστὸν εἶναι μέρος τοῦ μεγίστου τῆς γῆς κύκλου καὶ ἐστὶ τοῦτο σταδίων πεντακισχιλίων. Ὁ ἄρα σύμπας κύκλος γίνεται μυριάδων εἴκοσι πέντε. Καὶ ἡ μὲν Ἑρατοσθένους ἔφοδος τοιαύτη. (ἐκδ. H. Ziegler, Leipzig, Teubner 1891)

12. Εἶναι γνωστὸ ὅτι οἱ χάρτες τοῦ Πτολεμαίου γιὰ τὴ Μεσόγειο, χαραγμένοι μὲ τρόπο ἀπόλυτα ἐπιστημονικόν, χρησιμοποιήθηκαν ὡς τὶς ἀρχές τοῦ 18ου αἰῶνα. Ἄν περιέχουν ὀρισμένα λάθη στὶς καταμετρήσεις, ποὺ διορθώθηκαν μὲ τὶς παρατηρήσεις τῶν ναυτικῶν, αὐτὸ ὀφείλεται στὸ γεγονὸς ὅτι πῆρε γιὰ βάση τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Ποσειδωνίου, ὁ ὁποῖος, ἐνῶ σὲ μιὰ πρώτη καταμέτρηση τοῦ μεγάλου τόξου τῆς γῆς συμφώνησε μὲ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Ἑρατοσθένους, σὲ μιὰ δεύτερη καταμέτρηση, ποὺ ὁ ἴδιος θεώρησε πιὸ σωστή, ἔφτασε σὲ ἐσφαλμένα συμπεράσματα. Στὴ δεύτερη τούτη καταμέτρηση βασίσθηκε ὁ Πτολεμαῖος καὶ προεξέτεινε τὴ Μεσόγειο κατὰ 1000 περίπου χιλιόμετρα.



μακες αναλόγως με τὸ μέγεθος τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ποὺ θέλομε νὰ ἐντάξωμε σ' ἓνα γεωγραφικὸ χάρτη, καθὼς καὶ τὶς κλίμακες ποὺ καθορίζονται ἀπὸ τὶς διεθνεῖς συμβάσεις, ἔτσι ὥστε νὰ ὑπάρξῃ μιὰ κάποια ὁμοιογένεια ἀνάμεσα στοὺς χάρτες ποὺ σχεδιάζονται ἀπὸ τὶς διάφορες χῶρες. Αὐτὸ ὅμως θὰ μᾶς ἀπεμάκρυνε ἀπὸ τὸ φιλοσοφικὸ προβληματισμό, με βάση τὸν ὁποῖο ἀντιμετωπίζομε τὸ θέμα μας. Τὸ ἴδιο θὰ λέγαμε καὶ γιὰ τοὺς διάφορους τρόπους, με τοὺς ὁποῖους χρησιμοποιεῖται ἡ ἔννοια τῆς κλίμακος. Στὴν πολεοδομική, λόγου χάρη, στὴν ἀρχιτεκτονική καὶ σὲ ὅλες γενικὰ τὶς ἐφαρμοσμένες ἐπιστῆμες καὶ γενικότερα ὅπουδῆποτε ἐπεμβαίνει ὁ προσχεδιασμός καὶ μποροῦμε νὰ χρησιμοποιήσωμε πρότυπα ἔχουμε νὰ κάνωμε με κλίμακες. Σὲ ἓνα Συνέδριο τῆς Πολυτεχνικῆς Σχολῆς τοῦ Ἀριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, ἀφιερωμένο σὲ θέματα πολεοδομικῆς καὶ περιβάλλοντος, ὁ ὅρος κλίμακα ἐπανερχόταν συχνὰ στὶς διάφορες ἀνακοινώσεις. Σημείωσα βιαστικά, γιατί δὲν πρόλαβα νὰ τοὺς σημειώσω ὅλους, ὅτι ἀναφέρθηκαν τουλάχιστο οἱ ἀκόλουθοι ὅροι: Μακροπεριβάλλον - Μικροπεριβάλλον, Μακροοργάνωση - Μικροοργάνωση, Μακροχρόνος - Μικροχρόνος, Μακροκοινωνία - Μικροκοινωνία, ποὺ οἱ δύο τελευταῖοι ἔφεραν στὸ νοῦ μου τὴν Κοινωνιολογία τοῦ Georges Gurvitch, ὁ ὁποῖος ξεχωρίζει τὴ Μικροκοινωνιολογία ἀπὸ τὴ Μακροκοινωνιολογία, διακρίνοντας διάφορες κλίμακες στὴ δομὴ τῶν κοινωνικῶν φαινομένων. Τελευταίως, στὸν τομέα τῆς ἠλεκτρονικῆς, ἡ κατασκευὴ μικροκυκλωμάτων ἐκφράζει ὅ,τι τελειότερο ἔχει νὰ μᾶς προσφέρῃ ἡ σύγχρονη τεχνικὴ στὴν περιοχὴ αὐτή.

Δὲν θὰ ἐπιμείνω περισσότερο στὸ σημεῖο τοῦτο, γιατί θὰ ἔπρεπε νὰ ἀφιερῶσω μιὰν εἰδικὴ μελέτη γιὰ νὰ ἐξετάσω ὅλους τοὺς τομεῖς, ὅπου ἐμφανίζονται οἱ ἔννοιες «μακρὸ» καὶ «μικρό», δηλαδή ὅπου παρεμβαίνει ἡ ἔννοια τῆς κλίμακος. Θὰ ἤθελα μόνο νὰ προσθέσω σ' ὅλα αὐτά, ὅτι ὁ ὅρος «κλίμακα» ἔχει ἀποκτήσει μέσα στὴ γλῶσσα καὶ μιὰ εὐρύτερη σημασία, ποὺ δὲν ἔχει ἄμεση σχέση με τὶς διαστάσεις τῶν ἀντικειμένων, ἀλλὰ ἀπλῶς χρησιμεύει γιὰ νὰ προσδιορίσωμε μιὰ τάξη πραγμάτων ἢ νὰ τὴ διαχωρίσωμε ἀπὸ μιὰν ἄλλη. Λέμε, λόγου χάρη, στὴν κλίμακα τοῦ ἀνθρώπου, στὴν κλίμακα τῆς κοινωνίας, στὴν κλίμακα τοῦ φυτικοῦ βασιλείου, στὴν κλίμακα τοῦ ζωικοῦ βασιλείου καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ἀλλὰ ἀφήνω τὸ θέμα τοῦτο γιὰ τοὺς γλωσσολόγους.

Δὲν θὰ θίξω καὶ ἓνα ἄλλο θέμα πολὺ ἐνδιαφέρον, ποὺ θὰ μὲ ἔφερνε ὅμως πολὺ μακριά. Τὸ ὅτι ἡ ἔννοια τῆς κλίμακος γιὰ νὰ πάρῃ μιὰ συγκροτημένη μορφή στὴν ἐπιστήμη, ἔχει ἀνάγκη ἀπὸ τὴ δημιουργία ὀρισμένων προτύπων («μοντέλων»), εἴτε φυσικῶν εἴτε μαθηματικῶν. Ἐνα Πλανητάριο, λόγου χάρη, μᾶς δίνει ἐν σμικρῷ τὴν εἰκόνα τοῦ ἑναστρου οὐρανοῦ καὶ τὴν κίνηση ὀρισμένων οὐρανίων σωμάτων. Γενικότερα, ἡ ἀστρονομία καὶ ἡ μικροφυσικὴ χρησιμοποιοῦν συνήθως πρότυπα. Ἐχουμε πρότυπα τοῦ π्ला-

νητικοῦ συστήματος, πρότυπα τοῦ σύμπαντος, πρότυπα τοῦ ατόμου, πρότυπα τοῦ πυρῆνος καὶ οὕτω καθ' ἐξῆς, ὅπως ἔχομε καὶ καθαρὰ λογικὰ καὶ μαθηματικὰ πρότυπα, μὲ τὰ ὁποῖα ἀσχολοῦνται τόσο οἱ ἐκπρόσωποι τῆς συμβολικῆς λογικῆς, ὅσο καὶ οἱ σύγχρονοι μαθηματικοί.

Ἀλλὰ ἀκριβῶς, ἡ ὑπαρξὴ μαθηματικῶν προτύπων μᾶς τοποθετεῖ στὸ κέντρο τοῦ προβλήματος, ὅταν θέλωμε νὰ μελετήσωμε τὸ εἶδος τῶν σχηματοποιήσεων, μέσα ἀπὸ τίς ὁποῖες ὁ ἀνθρώπινος νοῦς ἐφαρμόζει τὴν ἔννοια τῆς κλίμακος. Οἱ σχηματοποιήσεις αὐτὲς γίνονται δυνατὲς χάρις στὴ χρῆση συντεταγμένων, καὶ εἶναι ἡ ἔννοια τῶν συντεταγμένων ποὺ μᾶς ἐπιτρέπει νὰ μελετήσωμε τίς μαθηματικὲς ἐφαρμογὲς τῆς ἔννοιαις τῆς κλίμακος καὶ νὰ περιλάβωμε σὲ ἓνα εὐρύτερο θεωρητικὸ σχῆμα τίς διάφορες χρησιμοποιοῦσες τῆς.

Ὅπως εἶναι γνωστό, τὸ μέρος τῶν Μαθηματικῶν μέσα ἀπὸ τὸ ὁποῖο συγκροτεῖται καὶ ἐμφανίζεται ἡ ἔννοια τῶν συντεταγμένων εἶναι ἡ Ἀναλυτικὴ Γεωμετρία. Στὴ βάση, ἡ Ἀναλυτικὴ Γεωμετρία εἶναι ἡ μαθηματικὴ μέθοδος ποὺ μᾶς ἐπιτρέπει νὰ μετατρέπωμε τίς γεωμετρικὲς παραστάσεις σὲ ἀλγεβρικὲς σχέσεις καὶ τὸ ἀντίστροφο, τίς ἀλγεβρικὲς σχέσεις σὲ γεωμετρικὲς παραστάσεις, ὥστε νὰ ἔχωμε μιὰ γέφυρα ποὺ ἐνώνει τὰ συγκεκριμένα μαθηματικά, ὅπως εἶναι ἡ Γεωμετρία, ἐπιστήμη τοῦ χώρου, ἢ ἡ Μηχανικὴ, ἐπιστήμη τῆς κινήσεως, μὲ τὰ ἀφηρημένα μαθηματικά, ὅπως εἶναι ἡ Ἀλγεβρα. Θεμελιωτὴς τῆς Ἀναλυτικῆς Γεωμετρίας, ὅταν ἐξετάζωμε τὰ πράγματα χονδρικὰ — γιατί ὑπῆρξαν καὶ ἄλλοι ποὺ προετοίμασαν τὸ ἔδαφος μὲ τὴν ἀνάπτυξη τῆς Ἀλγεβρας, ὅπως ὁ François Viète (1540-1603)—, ἦταν ἓνας φιλόσοφος, ὁ Descartes (1596-1650), ὅπως καὶ ἓνας ἄλλος φιλόσοφος, ὁ Pascal (1625-1661), μαζὶ μὲ τὸν Fermat (1601-1665) καὶ πρὶν ἀπὸ τὸν Jacques Bernoulli (1654-1705), ποὺ τὸν ἀνέπτυξε, ὑπῆρξε ὁ θεμελιωτὴς τοῦ Λογισμοῦ τῶν Πιθανοτήτων καὶ αὐτὸς ποὺ κατεσκεύασε τὴν πρώτη ὑπολογιστικὴ μηχανή. Καὶ ἓνας ἄλλος φιλόσοφος, ὁ Leibniz (1646-1716), εἶναι αὐτὸς ποὺ συνέλαβε ταυτοχρόνως μὲ τὸν Newton (1643-1727) τὴν ἔννοια τοῦ Ἀπειροστικοῦ Λογισμοῦ, ἔτσι ὥστε νὰ μποροῦμε νὰ συμπεράνωμε ὅτι τὰ σύγχρονα Μαθηματικὰ ἔχουν βγῆ ἓν μέρος ἀπὸ τὸ μυαλὸ τριῶν φιλοσόφων.

Ὁ Descartes λοιπὸν χρησιμοποίησε πρῶτος ἓνα σύστημα συντεταγμένων, τοὺς ἄξονες X, Y καὶ Z, γιὰ νὰ καθορίσῃ τὴ θέση ἑνὸς σημείου στὸν τριδιάστατο χῶρο μὲ βάση μιὰ γεωμετρικὴ κλίμακα. Γι' αὐτὸ καὶ οἱ συντεταγμένες αὐτὲς ὀνομάζονται «καρτεσιανὲς συντεταγμένες». Φυσικὰ γιὰ νὰ ὀρίσωμε ἓνα σημεῖο σὲ μιὰ ἐπιφάνεια μᾶς ἀρκοῦν δύο ἄξονες, ὁ X καὶ ὁ Y, καὶ σὲ ἓνα ὑποτιθέμενο τετραδιάστατο χῶρο τέσσερις, ὅπως γίνεται μὲ τὸ χρόνο στὴ θεωρία τῆς σχετικότητος, πρᾶγμα ποὺ δημιούργησε πολλὰς παρεξηγήσεις. Μετὰ ἀπὸ τὸν Descartes χρησιμοποιήθηκαν καὶ ἄλλα συ-

στήματα συντεταγμένων, όπως οί πολικὲς συντεταγμένες καὶ ἄλλες. Αὐτὸ πὺ εἶναι ἐνδιαφέρον γιὰ μᾶς εἶναι ἡ δυνατότητα μετατροπῆς ἐνὸς συστήματος συντεταγμένων σὲ ἓνα ἄλλο, ἢ, μὲ ἄλλα λόγια, ἡ ἀντίστοιχη ἀναπαράσταση τῶν φαινομένων μέσα ἀπὸ διαφορετικὰ συστήματα.

Ἡ ἐννοια τῆς κλίμακος παίρνει ἔτσι, μέσα ἀπὸ τὰ Μαθηματικά, μιὰν ἀναλυτικὴ μορφή. Καὶ μὲ ἀναλυτικὴ μορφή ἐννοῶ τὶς μορφές πὺ παίρνει μέσα ἀπὸ τὴν Ἀνωτέρα Ἀλγεβρα, ὅταν μὲ βάση τὰ διάφορα συστήματα συντεταγμένων χρησιμοποιεῖται σὲ ὅλες τὶς ἐπιστῆμες, στὴ Φυσικὴ, στὴ Βιολογία, στὴν Ψυχολογία, στὴν Κοινωνιολογία, στὶς περισσότερες περιοχές τῆς τελευταίας, ὅπως στὴ Δημογραφία, στὴν Οἰκονομία, γιὰ νὰ μὴ μιλήσω γιὰ τὶς ἄλλες πρακτικὲς ἐφαρμογές της. Ἐτσι μποροῦμε νὰ πάρωμε ὡς ἄξονες συντεταγμένων τὸ χῶρο καὶ τὸ χρόνο καὶ νὰ μελετήσωμε μὲ τὴν μορφή συναρτήσεων τὴν ταχύτητα ἐνὸς κινητοῦ, τὴν ἡλικία καὶ τὸ βάρος σὲ σχέση μὲ τὴν ἀνάπτυξη ἐνὸς ὀργανισμοῦ, τὶς γεννήσεις καὶ τοὺς θανάτους σὲ μιὰ κλειστὴ κοινωνία καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

Ἄς σταματήσωμε ἐδῶ καὶ ἄς βγάλωμε μερικὰ συμπεράσματα. Ἡ χρησιμοποίηση τῆς ἐννοιας τῆς κλίμακος μᾶς ἐπιτρέπει νὰ κάνωμε δυὸ εἰδῶν κατασκευές, ἢ, μὲ ἄλλα λόγια, νὰ σχηματίσωμε δυὸ εἰδῶν πρότυπα. Μιὰ κατασκευὴ πὺ ἀνταποκρίνεται στὴ σμίκρυνση ἢ τὴ μεγέθυνση τοῦ πραγματικοῦ καὶ μιὰ κατασκευὴ πὺ μᾶς ἐπιτρέπει νὰ ἀνασυγκροτοῦμε, ἐπάνω σὲ μιὰ συμβατικὴ βάση, μιὰ σειρά ἀπὸ φαινόμενα πὺ μελετοῦμε, ἔτσι ὥστε νὰ τὰ συσχετίσωμε μεταξύ τους.

Ὅταν ἀντιμετωπίζωμε τὴ χρησιμοποίηση τῆς κλίμακος ἀπὸ τὴν πρώτη ἄποψη, δηλαδὴ ὡς σμίκρυνση καὶ ὡς μεγέθυνση τῶν φαινομένων πὺ ὑποπίπτουν στὶς αἰσθήσεις μας, ἡ διαδικασία τούτη μᾶς ἐπιτρέπει νὰ ἔχωμε μιὰ πιὸ συνθετικὴ ἢ πιὸ ἀναλυτικὴ ἐποπτεία ἐπάνω στὰ φαινόμενα, πὺ ἀναλόγως μὲ τὴν σχηματοποίηση πὺ θὰ κάνωμε θὰ ἀνταποκρίνεται περισσότερο ἢ λιγότερο στὴν πραγματικότητα πὺ μᾶς ἀποκαλύπτουν οἱ αἰσθήσεις μας. Ἐνας γεωγραφικὸς χάρτης, λόγου χάρη, μᾶς δίνει σὲ γενικὲς γραμμὲς τὸ σχῆμα μιᾶς ὀρισμένης περιοχῆς τῆς γῆς, μὲ τὴν ἐξῆς ὁμῶς διαφορὰ. Ἡ εἰκόνα θὰ εἶναι τόσο περισσότερο πιστὴ ὅσο λιγότερο θὰ ἀπομακρυνθοῦμε ἀπὸ ὀρισμένα ὅρια. Ἐτσι, μιὰ γήϊνη σφαῖρα, ὅπως αὐτὲς πὺ βρίσκωμε στὸ ἐμπόριο, περιορισμένων διαστάσεων, δὲν ἀνταποκρίνεται παρὰ σὲ πολὺ γενικὲς γραμμὲς στὴν πραγματικότητα. Πρῶτο, γιὰ τὸ σχῆμα τῆς γῆς δὲν εἶναι ἀπολύτως σφαιρικό. Δεύτερο, γιὰ τὸ χάνονται ὅλες οἱ λεπτομέρειες τῶν ἀκτῶν. Ἄν μεγεθύνωμε τώρα τὸν ἴδιο αὐτὸ χάρτη χωρὶς νὰ τὸν παραβάλλωμε μὲ τὶς ἀληθινὲς ἀκτὲς, δὲν θὰ προσθέσωμε τίποτα περισσότερο, θὰ ἔχωμε μιὰ ἀλλοιωμένη εἰκόνα τῆς πραγματικότητος. Ἀλλοίμονο ἂν ἓνας πλοίαρχος χρησιμοποιοῦσε ἓνα τέτοιο χάρτη. Αὐτὸ δείχνει

πόσο σημαντικό ρόλο παίζει ἡ κλίμακα, μὲ βάση τὴν ὁποία ἀπεικονίζομε ἓνα φαινόμενο. Ὅσο περισσότερο σχηματοποιούμε (στὴν περίπτωση τούτη σμικρύνουμε τὴν πραγματικότητα) τόσο περισσότερο χάνομε τὰ ἴχνη της. Ἔτσι ἡ σμίκρυνση καὶ ἡ μεγέθυνση τοῦ πραγματικοῦ γιὰ νὰ ἔχη σχέση μὲ τὴν πραγματικότητα δὲν πρέπει νὰ βγαίνει ἔξω ἀπὸ ὁρισμένα ὅρια. Ἀλλιῶτα, ἀλλάζοντας κλίμακα, κατασκευάζομε ἓνα διαφορετικὸ κόσμο.

Ὅταν τώρα ἀντιμετωπίζομε τὴν ἔννοια τῆς κλίμακος ἀπὸ τὴ δεύτερη σκοπιά, δηλαδὴ μέσα ἀπὸ τὶς δυνατότητες ποὺ μᾶς δίνει ἡ Ἀναλυτικὴ Γεωμετρία νὰ δημιουργοῦμε διάφορα συστήματα συντεταγμένων, ἡ ἔννοια τῆς κλίμακος παύει πιά νὰ εἶναι ἓνα ὄργανο σχηματικῆς προβολῆς τῆς πραγματικότητος καὶ γίνεται ἓνα ὄργανο ἀπομονώσεως μιᾶς σειρᾶς φαινομένων χάρις σὲ συγκεκριμένες καταμετρήσεις, ἔτσι ὥστε νὰ μπορέσωμε νὰ τὰ συσχετίσωμε μεταξύ τους. Στὴν περίπτωση τούτη δημιουργοῦμε ἓνα σύστημα ἀπὸ συμβατικοὺς παράγοντες, μὲ τὴ βοήθεια τῶν ὁποίων ἀνασυγκροτοῦμε τὸν κόσμον ἐπάνω σὲ μιὰ μετρικὴ βάση. Ἡ βάση αὕτη μᾶς εἶναι χρήσιμη, γιὰ μᾶς δίνει μιὰ σειρά ἀπὸ συναρτήσεις, τὶς ὁποῖες διατυπώνομε μὲ τὴ μορφή νόμων ποὺ μᾶς ἐπιτρέπουν νὰ προβλέπουμε τὴν πορεία τῶν φαινομένων. Αὐτὸ ὅμως τί ἄλλο σημαίνει ἀπὸ τὸ ὅτι ἔχομε τεμαχίσει τὴν πραγματικότητα, τὴν ἔχομε ὑποκαταστήσει, μεταβάλλοντάς την σὲ ἓνα μαθηματικὸ ἐννοιολογικὸ κατασκεῦασμα; Αὐτὸ δὲν πρέπει νὰ μᾶς ξαφνιάζει, γιὰ εἶναι ἡ συνηθισμένη διαδικασία ποὺ ἀκολουθεῖ ὁ νοῦς μας ἀπέναντι στὴν πραγματικότητα. Στὸν κοινὸ ἄνθρωπον γίνεται κάτι ἀνάλογο, ὅταν περνοῦμε ἀπὸ τὴ συγκεκριμένη εἰκόνα στὴν ἔννοια. Ἀλλάζομε ἐποπτικὴ κλίμακα. Ἡ ἔννοια τοῦ ἀνθρώπου, ἐνῶ προκύπτει ἀπὸ τὴν ἐμπειρία τοῦ ἀνθρώπου εἶδους, δὲν ἀναφέρεται στὴν εἰκόνα κανενὸς συγκεκριμένου ἀνθρώπου. Ἡ ἀλλαγὴ αὕτη τοῦ πεδίου, ἡ ἀλλαγὴ τῆς περιοχῆς, μᾶς ἐπιτρέπει νὰ δώσωμε στὴν ἔννοια τῆς κλίμακος μιὰ ἀνάλογη σημασία μὲ αὕτη ποὺ δίνομε στὴ γλώσσα σὲ σχέση μὲ τὴν πραγματικότητα, δηλαδὴ τὴ σημασία ἑνὸς συμβολικοῦ συστήματος, ποὺ ὀργανώνει καὶ κινεῖ ὁ νοῦς μας. Ὅπως ὅμως ἔχομε ἀνάγκη ἀπὸ τὴ γλώσσα, ὅχι μόνο γιὰ νὰ ἐπικοινωνήσωμε μὲ τοὺς ἄλλους ἀνθρώπους, ἀλλὰ καὶ γιὰ νὰ ἀντιληφθοῦμε (ὀργανώνοντάς την) τὴν πραγματικότητα τῆς καθημερινῆς ζωῆς, μὲ τὸν ἴδιον τρόπο ἔχομε ἀνάγκη ἀπὸ τὴν ἔννοια τῆς κλίμακος γιὰ νὰ ὀργανώσωμε καὶ νὰ ἀντιληφθοῦμε τὴν ἐπιστημονικὴ πραγματικότητα, χωρὶς αὐτὸ νὰ σημαίνει, ὅτι ἡ πραγματικότητα τούτη εἶναι ἡ αὐτούσια προβολὴ τῆς ἀντικειμενικῆς πραγματικότητος. Ἐχομε δηλαδὴ νὰ κάνωμε μὲ ἓνα σύστημα ἀναφορᾶς, ποὺ ἔχει τὴ δική του δομὴ καὶ μὲ βάση τὸ ὁποῖο ἀντιλαμβανόμαστε καὶ ἐρμηνεύομε τὰ φαινόμενα.

Ἄν καὶ τὸ θέμα μου εἶναι ἀνεξάντλητο, νομίζω ὅτι μπορῶ νὰ ἐπιχειρήσω νὰ δώσω μιὰ κάποια ἀπάντηση στὸ ἀρχικὸ μου ἐρώτημα : Ποιὸς εἶναι ὁ

πραγματικὸς κόσμος; Ξέρω ὅτι ἡ ἀπάντηση ποὺ θὰ δώσω εἶναι πολὺ περιορισμένη καὶ ἐλάχιστα ἱκανοποιητική, γιατί τὸ μόνο ποὺ μπορῶ νὰ πῶ εἶναι ὅτι ὑπάρχουν τόσες πραγματικότητες ὅσες ὑπάρχουν καὶ κλίμακες, μὲ βάση τις ὁποῖες ἀντιμετωπίζουμε τὰ φαινόμενα, πράγμα ποὺ σημαίνει ὅτι στὴν ἀντιπαράσταση τοῦ κόσμου ἀπὸ τὴν ἐπιστήμη ὑπηρετοῦνται ἀναγκαστικά καὶ στοιχεῖα συμβατικά. Γι' αὐτὸ τὸ λόγο ἡ ἀλλαγὴ κλίμακος, ὅταν περνοῦμε ἀπὸ τὴ φυσικὴ τοῦ μέσου ἀνθρώπου στὴ μικροφυσική, μᾶς τοποθετεῖ μπροστὰ σὲ μιὰν ἄλλη πραγματικότητα καὶ κάτι ἀνάλογο γίνεται ὅταν ἀπὸ τὴν περιοχὴ τοῦ μέσου ἀνθρώπου περνοῦμε στὴ μακροκλίμακα τοῦ ἀστρικοῦ διαστήματος. Γιατὶ δὲν εἶναι δυνατό νὰ χωρίσωμε τὴ δομὴ τοῦ συστήματος, μέσα ἀπὸ τὸ ὁποῖο μελετοῦμε καὶ ἐρμηνεύουμε τὰ φαινόμενα, ἀπὸ τὴν ἴδια τὴν πραγματικότητα. Ὁ μακρόκοσμος, ὁ μικρόκοσμος, εἶναι βέβαια ἔννοιες ποὺ ἔχει δημιουργήσει ὁ νοῦς καὶ ποὺ ἐκφράζουν τοὺς ἀνθρώπινους τρόπους κατανοήσεως καθὼς καὶ τὰ συστήματα ἀναφορᾶς ποὺ ἡ μελέτη τους προϋποθέτει. Χωρὶς ὅμως τις ἔννοιες αὐτὲς ἡ ἐπιστήμη θὰ ἦταν ἀδύνατο νὰ σχηματίσῃ συγκροτημένες παραστάσεις τῆς πραγματικότητος, ἔτσι ὥστε νὰ μπορῇ νὰ κινῆται ἀποτελεσματικὰ μέσα σ' αὐτή.

LA NOTION D'ÉCHELLE DANS L'ÉTUDE ET L'INTERPRÉTATION DES PHÉNOMÈNES

Résumé.

L'évolution de la physique contemporaine engage plus que jamais la philosophie épistémologique à rattacher la structure des phénomènes à la question de l'échelle suivant laquelle on envisage la réalité. Les atomistes grecs avaient conscience de la chose quand ils parlaient de particules invisibles à cause de leur petitesse. Mais c'est depuis le fameux texte de Pascal sur les deux infinis que le problème a pris un caractère philosophique. En quoi consiste exactement le passage d'une échelle à une autre? Est-ce «l'échelle qui crée le phénomène» comme soutenait au début du siècle le chimiste Ph.A. Guye ou c'est le phénomène qui existe en soi, dans sa grandeur absolue, indépendamment de l'échelle à partir de laquelle il est envisagé? La réponse est difficile à donner, d'autant plus que des physiciens célèbres tels que Einstein et Louis de Broglie ont soutenu les deux éventualités. Notamment à partir de 1930 le créateur de la mécanique ondulatoire admettait comme possible une diversité de la structure du réel à l'échelle atomique et s'associait à la conception indéterministe et probabilitaire de l'Ecole de Copenhague. Il est revenu depuis une vingtaine d'années à une conception déterministe qui

admet l'identité de la structure du réel à toutes les échelles en attribuant à la structure de l'appareil mathématique qu'utilise le physicien de l'atome l'image indéterministe et probabilitaire qu'il s'en fait.

Il est encore prématuré de considérer comme décisive l'une ou l'autre de ces deux conceptions. Le problème aurait à gagner en précision si au lieu de porter l'investigation sur la structure des phénomènes aux différentes échelles, on la portait sur la notion même d'échelle en tant qu'instrument de travail. Il ne serait pas alors difficile d'établir qu'à l'intérieur des sciences cette notion exerce une double fonction. Elle joue d'une part un rôle représentatif en permettant de rapetisser ou d'agrandir les phénomènes. Tel serait par exemple le cas dans la confection des cartes géographiques. D'autre part, elle joue le rôle d'un instrument mathématique de quantification et de schématisation, comme c'est le cas pour les indications portées sur des axes de coordonnées afin d'établir des courbes.

Dès lors l'étude de l'histoire de la cartographie à partir des premiers géographes grecs, lesquels, comme Dicéarque ou Eratosthène ont établi des échelles cartographiques pour tracer les figures terrestres et évaluer les distances qui séparent les différents endroits ainsi que l'histoire du développement de la géométrie analytique pour ce qui est des modes de l'utilisation des axes de coordonnées serait un excellent moyen pour comprendre la signification et l'utilité de la notion d'échelle. Sous cette deuxième forme elle trouve une application non seulement dans les sciences physiques mais également dans les sciences humaines telles que la Psychologie, la Sociologie, la Démographie, l'Economie etc., bref partout où l'on se sert d'axes de coordonnées pour établir des statistiques.

En somme, l'emploi de la notion d'échelle nous permet de procéder à deux sortes de constructions. Des constructions qui correspondent à un agrandissement ou un rapetissement des phénomènes et à des constructions qui nous permettent d'isoler certains facteurs et de reconstituer sur une base plus ou moins conventionnelle leurs rapports afin de dégager des lois sous forme de fonctions. Dans le premier cas, nous sommes plus près de la réalité que révèlent nos sens. D'autant plus près que l'agrandissement ou le rapetissement ne dépassent pas les limites du visible. Dans le deuxième cas, nous nous mouvons en plein univers mathématique.

L'analyse de la notion d'échelle se révèle ainsi d'une extrême importance pour le philosophe qui essaie d'approfondir la façon dont travaille l'esprit humain dans la constitution du système des sciences et les types des rapports qu'il établit avec le réel.

Thessalonique

Georges Mourélos

