

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

1) Η κατανόηση του σύγχρονου κόσμου και η πρόοδος είναι άμεσα συναρτημένη με τη γνώση της εξελικτικής του πορείας. Η μελέτη του έργου των μεγάλων διανοητών της αρχαιότητας δεν επαναφέρει απλώς μια εικόνα του παρελθόντος, αλλά συμβάλλει στον καθορισμό της συλλογικής αυτοσυνειδησίας του παρόντος, αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για την εξερεύνηση των αρχών της σύγχρονης σκέψης και οριοθετεί το εύρος των μελλοντικών στόχων. Μια τέτοια αντίληψη για τη χρησιμότητα της μελέτης της ιστορικής διαδρομής των επιστημών και της τεχνολογίας έχει επικρατήσει τα τελευταία χρόνια στο διεθνή χώρο, με την ίδρυση πανεπιστημιακών τμημάτων και ινστιτούτων, τη συστηματική ενασχόληση όλο και περισσότερων επιστημόνων με αυτό το αντικείμενο και τη θεαματική αύξηση της έκδοσης σχετικών βιβλίων¹.

Η μελέτη και ανάδειξη του πνευματικού πλούτου των μεγάλων διανοητών της αρχαίας Ελλάδας έχει για εμάς τους Έλληνες μια μεγαλύτερη ακόμα αξία και χρησιμότητα. Ασφαλώς, δεν πρόκειται για κάποια προγονολατρική προσέγγιση προς την κατεύθυνση διαμόρφωσης μιας εξιδανικευμένης εικόνας, προκειμένου να αναδυθεί μια αυτάρεσκη αυτοπροβολή. Δυστυχώς, δεν έχει γίνει κατανοητό το πόσο αναγκαίο και χρήσιμο είναι το ζήτημα της προστασίας και ανάδειξης της πολιτιστικής μας κληρονομιάς, το οποίο σήμερα παίρνει έναν πιο επείγοντα και κρίσιμο χαρακτήρα, ως βασικό στοιχείο και πυλώνας μιας ζητούμενης πολιτικής για το ξεπέρασμα της κρίσης και την παραγωγική ανασυγκρότηση της χώρας. Εν προκειμένω, αναφερόμαστε στο πεδίο της άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς και πιο συγκεκριμένα στους τομείς της επιστήμης και της τεχνολογίας.

Γιατί όμως να ασχοληθούμε τώρα με τέτοιες πλευρές, οι οποίες για κάποιους μπορεί να μοιάζουν περιττές ή και αναχρονιστικές ακόμα; Θα γίνει μια προσπάθεια να δοθούν κάποιες απαντήσεις.

1. Στην Ελλάδα ιδρύθηκε το 1993 στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών το Τμήμα Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Επιστήμης, με ένα διεπιστημονικό αντικείμενο, το οποίο εξετάζει τις ιστορικές και φιλοσοφικές προσεγγίσεις της επιστήμης εν γένει, αλλά και των επιμέρους επιστημών (φυσικές επιστήμες, ανθρωπιστικές και κοινωνικές επιστήμες, επιστήμες της ζωής και της νόησης, Μαθηματικά και Λογική), μελετά την επιστήμη ως σύνθετο ιστορικό, κοινωνικό και πολιτισμικό φαινόμενο και αναδεικνύει τις φιλοσοφικές διαστάσεις των θεωριών και της πρακτικής της.

- Οι ιστορικοί των επιστημών και η διεθνής επιστημονική κοινότητα δείχνουν τεράστιο ενδιαφέρον για την περίοδο της ελληνικής αρχαιότητας, κατά την οποία τέθηκαν οι αρχές των Μαθηματικών, των φυσικών επιστημών και της Ιατρικής και αναπτύχθηκε η τεχνολογία. Αυτό βέβαια ισχύει διαχρονικά, καθώς πολλοί κορυφαίοι επιστήμονες ασχολήθηκαν επισταμένως με την έρευνα και τη μελέτη του έργου των μεγάλων αρχαίων Ελλήνων στοχαστών. Οι σκαπανείς της επιστημονικής επανάστασης από την Αναγέννηση και μετά βασίστηκαν στο ανεπανάληπτο εποικοδόμημα της αρχαίας ελληνικής σκέψης. Η αρχαία ελληνική επιστήμη αναβίωσε και αποτέλεσε το εφαλτήριο για τις νέες μεγάλες επιστημονικές κατακτήσεις². Στη σημερινή εποχή το ενδιαφέρον αυτό έχει αναζωπυρωθεί.
- Το εποικοδόμημα της σημερινής επιστήμης είναι ένα δυναμικό πνευματικό δημιούργημα, που έχει διαμορφωθεί ανά τους αιώνες και βρίσκεται σε διαρκή εξέλιξη. Η μελέτη των επιστημών δεν μπορεί –και δεν πρέπει– να γίνεται αποκομμένα από την ιστορική τους πορεία και από τους εκάστοτε δημιουργούς τους, μακριά από τις ιδέες και από τις ανάγκες που τις γέννησαν, μακριά από τις δυνατότητες των προηγούμενων εποχών, έξω από το κοινωνικό και ιστορικό τους πλαίσιο. Η αρμονική σύνδεση του περιεχομένου της σημερινής επιστήμης με τις διανοητικές και κοινωνικές διεργασίες στις διάφορες φάσεις της ιστορικής της εξέλιξης μπορεί να προσδώσει ουσία και ζωντάνια στη διδασκαλία και τις αποκτούμενες γνώσεις, να συντελέσει σε πληρέστερη κατανόηση των σημερινών γνώσεων και αντιλήψεων της επιστήμης και να συμβάλει σε μεγαλύτερη κοινωνική πρόοδο. Η διερεύνηση των γνώσεων και των μεθόδων έρευνας των επιστημόνων του παρελθόντος στις πιο σημαντικές στιγμές της ιστορίας του ανθρώπινου πολιτισμού δεν είναι μόνο θέμα των «ειδικών», είναι ένα ζήτημα που αφορά τον κάθε πολίτη, ανεξάρτητα από το γνωστικό του πεδίο ή την επαγγελματική του ενασχόληση.
- Τα μεθοδολογικά εργαλεία που εφηύραν και χρησιμοποιούσαν οι αρχαίοι Έλληνες, και τα οποία συνέβαλαν τα μέγιστα στην ανάπτυξη της επιστήμης, ασφαλώς αποτελούν πολύτιμα πνευματικά εργαλεία διαχρονικής αξίας. Η Λογική και η Απόδειξη αποτελούν κορυφαίες διανοητικές συλλήψεις του

2. Παρατίθεται η άποψη του ιστορικού των επιστημών Benjamin Farrington από το βιβλίο του *Η επιστήμη στην αρχαία Ελλάδα* (ελληνική έκδοση: Εκδόσεις Κάλβος, 1989, σ. 179-180): «Αυτή η δεύτερη γέννηση της ελληνικής επιστήμης είναι κάτι το ασυνήθιστο στην ιστορία. Μονάχα πολύ πρόσφατα, σε σχέση με τη χρονολογική κλίμακα των ιστοριών του πολιτισμού, η σύγχρονη εξέλιξη έκανε την ελληνική επιστήμη θέμα της ιστορίας του παρελθόντος. Όταν η νεότερη επιστήμη το 16ο αιώνα άρχιζε να παρουσιάζει σημάδια μιας δυναμικής ζωής, πολλοί από τους σκαπανείς της αισθανόντουσαν –και πολύ σωστά– πως ξαναζωντανεύουν την ελληνική παράδοση που είχε χαθεί για χίλια και πάνω χρόνια. Στα μάτια τους η καινούργια επιστήμη τους φαινόταν σαν συνέχιση της ελληνικής επιστήμης. Τα αρχαία ελληνικά βιβλία που –χάρη στην ανακάλυψη της τυπογραφίας και στη γέννηση της νέας εκπαίδευσης– έπεφταν στα χέρια τους θεωρούνταν σαν τα καλύτερα βιβλία και, στην πραγματικότητα, τα πιο ενημερωμένα σε διάφορους τομείς της γνώσης».

ανθρώπινου νου και αυτό ήταν έργο των αρχαίων Ελλήνων. Οι νόμοι της Λογικής και οι αποδεικτικές μέθοδοι σηματοδοτούν τις απαρχές της επιστήμης, με τη σημερινή έννοια. Θα περίμενε, λοιπόν, κανείς αυτές οι πολύτιμες μεθοδολογικές παρακαταθήκες, που οξύνουν το νου και την κριτική σκέψη, να αποτελούν συστατικό στοιχείο της εκπαιδευτικής διαδικασίας των Νεοελλήνων. Δυστυχώς όμως η σημερινή πραγματικότητα είναι απογοητευτική και εύλογα είναι τα ερωτήματα που γεννώνται. Γιατί καταργήθηκαν οι γεωμετρικοί τόποι από τη διδακτέα ύλη του σχολείου; Γιατί καταργήθηκε η αναλυτική και συνθετική μέθοδος; Γιατί συρρικνώνεται συνεχώς η ύλη των Μαθηματικών, και κυρίως η ύλη της γεωμετρίας, κάτι που οδηγεί στην ουσιαστική κατάργησή της; Γιατί σταμάτησε η διδασκαλία της *Ιστορίας των επιστημών και της τεχνολογίας* (ενός αξιόλογου συλλογικού εκπαιδευτικού συγγράμματος –έκδοση 1999) στη Γ' Τάξη του Γενικού Λυκείου³; Γιατί καλλιεργείται η «παπαγαλία»; Γιατί προωθείται η στείρα γνώση και όχι η κριτική σκέψη; Δε θέλουμε να διαμορφώνουμε μια κοινωνία σκεπτόμενων ανθρώπων, με γόνιμο και προωθητικό πνεύμα;

2) Προσπάθειες για τη μελέτη και προβολή του έργου των μεγάλων αρχαίων Ελλήνων διανοητών στους τομείς των Μαθηματικών, των φυσικών επιστημών, της Ιατρικής και της Τεχνολογίας υπάρχουν αρκετές και πολύ σημαντικές μάλιστα, αλλά το επίσημο κράτος απουσιάζει. Δεν είναι δυνατόν, για παράδειγμα, να απουσιάζει από τα μεγάλα βιβλιοπωλεία η ελληνική έκδοση των *Στοιχείων* του Ευκλείδη από τον αείμνηστο και ακούραστο μελετητή των αρχαίων ελληνικών μαθηματικών Ευάγγελο Σταμάτη, όταν τα *Στοιχεία* κατέχουν το ρεκόρ με τις περισσότερες εκδόσεις και μεταφράσεις σε όλο τον κόσμο, αμέσως μετά από την Αγία Γραφή. Το ίδιο συμβαίνει και με άλλα κορυφαία έργα του Αρχιμήδη, του Απολλώνιου και άλλων σπουδαίων αρχαίων συγγραφέων. Εάν δεν υπήρχαν οι τεράστιες προσπάθειες του Ε. Σταμάτη και στη συνέχεια άλλων νεότερων συγγραφέων, δε θα είχαμε ακόμα στη διάθεσή μας τα σωζόμενα κείμενα, σε ελληνική έκδοση, του Ευκλείδη, του Αρχιμήδη, του Απολλώνιου, του Διόφαντου, του Πτολεμαίου, του Πάππου, του Ήρωνα και άλλων. Εξακολουθούν, μάλιστα, να απουσιάζουν ελληνικές εκδόσεις σημαντικών σωζόμενων συγγραμμάτων.

Υπάρχουν επίσης αρκετές πρωτοβουλίες από τα ελληνικά πανεπιστήμια και πολυτεχνεία, διάφορα ιδρύματα, οργανισμούς και φορείς για τη διεξαγωγή συνεδρίων, ημερίδων και άλλων εκδηλώσεων, με αντικείμενο την προβολή του έργου των μεγάλων στοχαστών της ελληνικής αρχαιότητας, καθώς και της αρχαίας ελληνικής τεχνολογίας, την παρουσίαση σχετικών μελετών και ανακοινώσεων

3. Εδώ παρατηρήθηκε, βέβαια, το στοιχείο της έλλειψης κατάλληλης επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών που επωμίζονταν τη διδασκαλία του υπόψη μαθήματος, το οποίο όμως υποδηλώνει την απουσία των κατάλληλων μέτρων, τα οποία έπρεπε να ληφθούν από πλευράς των ιθυνόντων.

Ελλήνων και ξένων επιστημόνων και άλλα. Ασφαλώς, είναι πολύ σημαντικές όλες αυτές οι πρωτοβουλίες, αλλά είναι επιτακτικά αναγκαίο να υπάρξει ένα συγκροτημένο σχέδιο από την επίσημη πολιτεία.

Γνωρίζουμε, επίσης, ότι χαμένα έργα της ελληνικής αρχαιότητας έχουν διασωθεί τελικά σε αραβικά χειρόγραφα, που βρίσκονταν σε βιβλιοθήκες της Ινδίας και διάφορων αραβικών χωρών. Οι Άραβες ενδιαφέρθηκαν πολύ για τα αρχαία ελληνικά χειρόγραφα, κυρίως των θετικών επιστημών, προσπάθησαν δε κατά τον 9ο αιώνα να αποκτήσουν μέρος αυτών και να το μεταφράσουν στα αραβικά. Η Βαγδάτη είχε καταστεί τότε το μεγαλύτερο πνευματικό κέντρο εκείνης της εποχής. Κατ' αυτόν τον τρόπο διασώθηκαν πολλά αρχαία ελληνικά κείμενα, η δε συμβολή των Αράβων στην ανάπτυξη των Μαθηματικών και των φυσικών επιστημών είναι σημαντική. Είναι, λοιπόν, εύλογο να αναζητήσει κανείς αραβικές μεταφράσεις χαμένων έργων του Ευκλείδη, του Αρχιμήδη και άλλων αρχαίων Ελλήνων συγγραφέων σε βιβλιοθήκες αραβικών χωρών, της Ινδίας και αλλού. Για να γίνει όμως κάτι τέτοιο δεν αρκούν μεμονωμένα βήματα, όπως έκανε ο Ε. Σταμάτης. Απαιτείται μια πολιτιστική διπλωματία, στην κατεύθυνση ανάδειξης της πνευματικής πολιτιστικής μας κληρονομιάς, με ένα συνολικό σχέδιο και τη χάραξη συγκεκριμένης στρατηγικής.

3) Ως προς την ορολογία, σημειώνονται τα εξής:

- Ο όρος «επιστήμη» στην αρχαία Ελλάδα δεν πρέπει να εξισώνεται με τη σημερινή αντίληψη και έννοια της «επιστήμης». Η ίδια επισήμανση γίνεται και για τον όρο «επιστήμονας». Στην αρχαία Ελλάδα η λέξη «επιστήμη» σήμαινε τη γνώση⁴, ενώ στη μακραίωνη πορεία εξέλιξής της (της γνώσης) προσέλαβε το χαρακτήρα της γνώσης που αποκτάται ακολουθώντας την επιστημονική μέθοδο.

Δεν υπάρχει σήμερα ένας κοινά αποδεκτός ορισμός της επιστήμης, αφού κάτι τέτοιο αποτελεί διαχρονικά πεδίο έντονων αντιπαραθέσεων μεταξύ επιστημόνων, ιστορικών της επιστήμης, φιλοσόφων και άλλων μελετητών. Κάποιες βασικές θεωρήσεις για τον ορισμό της επιστήμης, που είναι αποδεκτές από τους περισσότερους επιστημολόγους, μπορούμε να πούμε ότι είναι η ορθολογική, μεθοδική και συστηματική έρευνα για την παραγωγή καινούργιας γνώσης, η συστηματική οργάνωση αυτής της γνώσης και η αξιοποίησή της για την περιγραφή, εξήγηση και πρόβλεψη των φαινομένων (φυσικών, βιολογικών, κοινωνικών και άλλων), με τη χρήση παρατηρήσεων, πειραμάτων και λογικής παραγωγής.

Συνεπώς, διευκρινίζεται ότι η πορεία εξέλιξης της αρχαίας ελληνικής επιστήμης στην παρούσα μελέτη εξετάζεται υπό το πρίσμα της εννοιολογικής προσέγγισης του όρου «επιστήμη» στο ιστορικό πλαίσιο εκείνης της εποχής.

4. Από το ρήμα «ἐπίσταμαι» (γνωρίζω καλά).

- Με τον όρο «επιστημονική επανάσταση», που δημιουργήθηκε τον 20ό αιώνα, οι περισσότεροι σύγχρονοι ερευνητές δηλώνουν μια ιστορική περίοδο εκατόν πενήντα περίπου ετών, κατά το 16ο και το 17ο αιώνα, από την εποχή του Γαλιλαίου και του Κοπέρνικου έως το Νεύτωνα, όπου καθιερώθηκαν νέοι κανόνες στην επιστήμη, με κομβικά στοιχεία τη σχέση μεταξύ θεωρίας και πειράματος, τη μέτρηση και την εισαγωγή των Μαθηματικών στην έρευνα της φύσης.

Ο σημαντικός ιστορικός της επιστήμης T. S. Kuhn στο κλασικό έργο του *Η δομή των επιστημονικών επαναστάσεων*⁵ διαχωρίζει την επιστήμη σε «φυσιολογική» και «επαναστατική». Η «φυσιολογική» επιστήμη αναφέρεται σε περιόδους κατά τις οποίες οι επιστήμονες προσπαθούν, σύμφωνα με ένα καθιερωμένο πρότυπο, να επιλύσουν δύσκολα προβλήματα. Όταν όμως η επίλυση των προβλημάτων δυσκολεύει πολύ, τότε δημιουργούνται ανωμαλίες, οι οποίες εφόσον συσσωρευτούν και πολλαπλασιαστούν, οι πιο δημιουργικοί επιστήμονες διερευνούν διαδικασίες ανατροπής του ισχύοντος προτύπου, αλλαγής δεδομένων του ή και αντικατάστασής του με ένα νέο πρότυπο. Αυτή την κατάσταση την προσδιορίζει ως «επαναστατική» ο Kuhn, ο οποίος θεωρεί ότι υπάρχουν πολλές τέτοιου είδους επαναστάσεις, μεγάλες ή μικρές.

Από την άλλη μεριά ο S. Shapin στο βιβλίο του *Η Επιστημονική Επανάσταση*⁶ ξεκινά την εισαγωγή λέγοντας: «*Η Επιστημονική Επανάσταση δε συνέβη ποτέ και αυτό είναι το θέμα του παρόντος βιβλίου*». Στον επίλογο όμως κάνει μνεία για την πολιτισμική κληρονομιά της Επιστημονικής Επανάστασης στην επιστήμη. Στην ουσία ο Shapin δε θεωρεί ότι αυτό που έγινε το 17ο αιώνα μπορεί να χαρακτηριστεί επιστημονική επανάσταση, ότι ήταν ένα ξεχωριστό συμβάν που σηματοδότησε τη ριζική αλλαγή της ιστορίας και της ανθρώπινης σκέψης, απλώς θεωρεί ότι τότε υπήρχε μάλλον ένα πλήθος πολιτισμικών πρακτικών με στόχο την κατανόηση, την εξήγηση και τον έλεγχο του φυσικού κόσμου. Διευκρινίζεται ότι στην παρούσα μελέτη με τον όρο «επιστημονική επανάσταση» εννοούμε την επιστημονική επανάσταση που συντελέστηκε κατά το 16ο και το 17ο αιώνα.

- Ο όρος «φυσική φιλοσοφία» δημιουργήθηκε για την περιγραφή της μελέτης των φαινομένων της φύσης που ξεκίνησε στην Ιωνία τον 6ο αιώνα π.Χ., παρέμεινε δε σε χρήση για πολλούς αιώνες, ακόμα και πολύ μετά την Αναγέννηση. Ο σύγχρονος όρος «φυσική επιστήμη», που αντικατέστησε τον όρο «φυσική φιλοσοφία», δημιουργήθηκε μόλις το 19ο αιώνα. Ο όρος «φυσική» αποτελεί συντόμευση του όρου «φυσική φιλοσοφία» και αρχικά, ως έννοια, περιλάμβανε όλους τους τομείς των φυσικών επιστημών.

5. T. S. Kuhn, *Η δομή των επιστημονικών επαναστάσεων*, Σύγχρονα Θέματα, 1981.

6. Steven Shapin, *Η Επιστημονική Επανάσταση*, Κάτοπτρο, 2003.

4) Ως προς το περιεχόμενο και τη δομή της συγκεκριμένης μελέτης, διευκρινίζονται τα εξής:

- Δεν υπάρχει ισόρροπη παρουσίαση των διαφόρων τομέων της επιστήμης. Κεντρική θέση καταλαμβάνει ο τομέας των Μαθηματικών. Συμπεριλαμβάνεται ένα ευρύ γνωστικό φάσμα, όπως οι τομείς της Αστρονομίας, της Γεωγραφίας, της Χαρτογραφίας, της Γεωδαισίας, της Φυσικής, της Ιατρικής, αλλά και της Αρχιτεκτονικής, της Πολεοδομίας, της Μηχανικής και της Τεχνολογίας, προκειμένου να δοθεί μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα του ευρύτερου σημερινού θεματικού πεδίου των θετικών επιστημών κατά την αρχαιότητα. Εκτιμήθηκε ότι είναι χρήσιμο και σημαντικό (λόγω και των επιστημονικών αναζητήσεων διεπιστημονικότητας στην εποχή μας) να μη γίνει θεματική διαίρεση της ύλης (για παράδειγμα, ξεχωριστά για τα Μαθηματικά, την Αστρονομία, τη Γεωγραφία και τα λοιπά), αλλά να παρουσιαστεί ενιαίο το έργο των μεγάλων αρχαίων στοχαστών. Άλλωστε, μέχρι τον Αριστοτέλη δεν υπήρχε διάκριση των επιστημών, αλλά και μετά από αυτόν πολλοί είναι οι αρχαίοι Έλληνες διανοητές με ενασχόληση και διακρίσεις σε περισσότερα θεματικά πεδία. Με αυτόν τον τρόπο, επιπρόσθετα, δίνεται η δυνατότητα να παρουσιαστούν χρήσιμα ιστορικά στοιχεία (όσα είναι γνωστά) που αφορούν τη ζωή, το χαρακτήρα και άλλες πλευρές των πρωταγωνιστών της αρχαίας ελληνικής επιστήμης και τεχνολογίας, ενταγμένα στο κοινωνικό, πολιτικό και διανοητικό πλαίσιο της εποχής τους. Προκειμένου να μη χαθεί η αλληλουχία της εξέλιξης των ιδεών και των σταδίων ανάπτυξης των επιμέρους επιστημών, καταβλήθηκε προσπάθεια να παρατίθεται εμβόλιμα, σε κατάλληλα σημεία του κειμένου, συνοπτική παρουσίαση της ιστορικής εξέλιξης σε διάφορους θεματικούς τομείς, όπως στις κινήσεις των πλανητών, στην κίνηση της γης, στη σφαιρικότητα της γης, στη θεωρία αριθμών και σε άλλα. Επισημαίνεται ότι δεν πρέπει να εκλαμβάνονται οι επιμέρους αρχαιοελληνικές επιστήμες με το σημερινό εννοιολογικό περιεχόμενο, αλλά να εξετάζονται υπό το πρίσμα του τότε ιστορικού πλαισίου, με τα όρια των γνωστικών πεδίων εκείνης της εποχής, τα οποία διαφέρουν από τα σημερινά (βλ. κεφάλαιο για Αριστοτέλη, αναφορές Πάππου και Βιτρούβιου για τα θεματικά πεδία του μηχανικού και αρχιτέκτονα αντίστοιχα και άλλα).
- Τονίζεται ότι δεν είναι ορθή η άποψη πως δεν ενδιαφέρονταν οι αρχαίοι Έλληνες για τις πρακτικές εφαρμογές των επιστημών. Σε γενικές γραμμές, υπήρξε σύνδεση της επιστήμης με τις πρακτικές εφαρμογές, η οποία όμως, στο πλαίσιο των εκάστοτε πολιτικών, κοινωνικών και οικονομικών συνθηκών, ήταν αποσπασματική, ανομοιόμορφη, και είχε διαφορετικές εκφράσεις κατά περιόδους και κατά σχολές αντιλήψεων. Γι' αυτό το λόγο επιλέχθηκε να συμπεριληφθούν στην παρούσα εργασία συνοπτικά επιμέρους κεφάλαια από το ευρύτερο θεματικό πεδίο της αρχαίας ελληνικής τεχνολογίας.

- Η ανάπτυξη της ύλης έχει δομηθεί σε ξεχωριστά κεφάλαια κατά χρονικές περιόδους, αναλογικά προς τους ρυθμούς ανάπτυξης των Μαθηματικών, της Αστρονομίας, της Γεωγραφίας, της Φυσικής, της Ιατρικής, της Μηχανικής, της Τεχνολογίας. Σε κάθε επιμέρους κεφάλαιο περιλαμβάνεται ένα συνοπτικό εισαγωγικό κείμενο, στο οποίο περιγράφεται το αντίστοιχο ιστορικό, πολιτικό, κοινωνικό και οικονομικό πλαίσιο της κάθε περιόδου. Αυτό αποτελεί ένα βασικό στοιχείο της οπτικής αυτής της μελέτης, δεδομένου ότι επιδιώκεται να παρουσιαστούν οι επιστημονικές κατακτήσεις υπό το πρίσμα των κοινωνικών, πολιτικών και οικονομικών διεργασιών κάθε εποχής.
- Επίσης, παρατίθεται αναλυτικά το φιλοσοφικό υπόβαθρο και οι φιλοσοφικές θεωρήσεις των μεγάλων διανοητών της αρχαιότητας, το οποίο αφενός μεν αποτελεί κομβικό στοιχείο της κατανόησης του συγγραφικού τους έργου, αφετέρου δε προσδιορίζει το ευρύτερο διανοητικό πεδίο στο ιστορικό, κοινωνικό και πολιτικό πλαίσιο της εποχής εκείνης, το οποίο επέδρασε και συνέβαλε στην ανάπτυξη των επιστημών. Άλλωστε, Φιλοσοφία και Μαθηματικά, Φιλοσοφία και φυσικές επιστήμες ήταν, από την εποχή της γέννησής τους –και είναι ακόμα– στενά συνδεδεμένες. Έτσι, η Φιλοσοφία διατρέχει οριζόντια το έργο των μεγάλων διανοητών της ελληνικής αρχαιότητας και τις αναφορές του παρόντος συγγράμματος. Επισημαίνεται όμως ότι η παρούσα μελέτη δεν αποτελεί παρουσίαση της ιστορίας της Φιλοσοφίας και, κατά συνέπεια, παρατίθεται μόνο το έργο εκείνων των φιλοσόφων που έχει άμεση συνάφεια με το αντικείμενο αυτής της μελέτης.
- Καταβλήθηκε προσπάθεια να προβληθούν τα μεγάλα ερωτήματα που τέθηκαν στην αρχαιότητα και να φωτιστεί η οπτική των θεωρήσεων της εποχής εκείνης, με τις γνώσεις, τις δυνατότητες και τα μέσα που υπήρχαν, με τις επικρατούσες κοινωνικές, θρησκευτικές και φιλοσοφικές αντιλήψεις, με τα μάτια του τότε και όχι του σήμερα. Ο ιστορικός των επιστημών D. C. Lindberg επισημαίνει σχετικά ότι, αν ο ιστορικός της επιστήμης ερευνούσε τις παρελθούσες πρακτικές και πεποιθήσεις μόνο στο βαθμό που αυτές μοιάζουν με τη σύγχρονη επιστήμη, το αποτέλεσμα θα ήταν μια παραμορφωμένη εικόνα, καθώς η επιστήμη έχει αλλάξει ως προς το περιεχόμενο, τη μορφή, τη μέθοδο και τη λειτουργία της⁷. Η βασική ιδέα του T. S. Kuhn στο έργο του *Η δομή των επιστημονικών επαναστάσεων* είναι ότι οι επιστημονικές γνώσεις κάθε εποχής αρθρώνονται σε ένα αυτόνομο σύστημα, με τη δική του αξία και λειτουργικότητα, που δεν μπορεί να κριθεί με τα δικά μας, σημερινά κριτήρια επιστημονικότητας⁸. Παρουσιάζονται, επίσης, οι σχετικές σύγχρονες θεωρήσεις της επιστημονικής έρευνας. Όπου υπάρχουν επιστημολογικές αντιπαραθέσεις, παρατίθενται οι διαφορετικές ερμηνείες και τα αντίστοιχα επιχειρήματα.

7. D. C. Lindberg, *Οι απαρχές της δυτικής επιστήμης*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, 1997, σ. 3.

8. T. S. Kuhn, όπ.π., Εισαγωγή του επιμελητή Β. Κάλφα, σ. 25.

- Η παρούσα μελέτη εστιάζει στις σχέσεις επιστήμης και Φιλοσοφίας, επιστήμης και θρησκείας, επιστήμης και τεχνολογίας, επιστήμης και πρακτικής χρησιμότητας, επιστήμης, έρευνας και πειράματος.
- Στο τέλος παρατίθενται δύο παραρτήματα. Στο παράρτημα Ι δίνονται κάποιες επεξηγήσεις ορισμών και εννοιών μερικών ιδιαίτερων επιστημονικών τομέων (της Αστρονομίας, της Γεωγραφίας, της Χαρτογραφίας), προς διευκόλυνση του αναγνώστη, και εκτίθενται κάποια επί μέρους θέματα που έχουν ένα γενικότερο χαρακτήρα και ενδιαφέρον για την αρχαιότητα, όπως σχετικά με τα ημερολόγια, τα αστρονομικά και γεωδαιτικά όργανα, τα ηλιακά ωρολόγια, τα δημόσια έργα, οι απόψεις των αρχαίων για τη σφαιρικότητα της γης και άλλα. Στο παράρτημα ΙΙ περιλαμβάνονται τρεις κατηγορίες πινάκων, μια για τα σωζόμενα έργα των αρχαίων Ελλήνων συγγραφέων στους θεματικούς τομείς του παρόντος βιβλίου (ένας πίνακας), μια για τους σημαντικότερους αρχαίους Έλληνες διανοητές στους αντίστοιχους θεματικούς τομείς (εννέα πίνακες), καθώς και ένας πίνακας που παρουσιάζει συνοπτικά τις λύσεις που δόθηκαν στα τρία άλυτα προβλήματα της ελληνικής αρχαιότητας με τη χρήση άλλων γραμμών ή οργάνων εκτός του κανόνα και του διαβήτη.

Θερμές ευχαριστίες οφείλονται στη σύζυγό μου Όλγα Ζαχαριάδου, αρχαιολόγο, που είχε την όλη φιλολογική και ιστορική επιμέλεια και εποπτεία, την Αγγελική Δημητρακοπούλου, καθηγήτρια Πανεπιστημίου, το Γιώργο Σγούρο, γιατρό, το Θόδωρο Βηλαρά, πολιτικό μηχανικό, το Χαράλαμπο Μαστραγγελόπουλο, φυσικό και μαθηματικό, τον Παναγιώτη Κατίκα, αρχιτέκτονα μηχανικό, για την πολύτιμη βοήθειά τους και τις εύστοχες επισημάνσεις και υποδείξεις τους, τον αείμνηστο Γιώργο Βαρβαγιάννη, μηχανολόγο μηχανικό, για την ηλεκτρονική επιμέλεια των σχεδίων και την πολύπλευρη πολύτιμη συνολική υποβοήθησή του, τον Αντρέα Μητρόπουλο και τον αείμνηστο Σταύρο Πάγκαλο για την εν γένει ενθάρρυνση και συνδρομή τους. Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται στο Νίκο Χουντή, το Δημήτρη Στρατούλη και τη Δέσποινα Σπανού για την αμέριστη και ουσιαστική υποστήριξή τους. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τις Εκδόσεις Τόπος για την επιμελημένη έκδοση του βιβλίου.

Ιούνιος 2022
Νίκος Γ. Δημητρακόπουλος

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Η «Σχολή των Αθηνών» του Ραφαήλ.....	22
Εικόνα 2. Ο χάρτης του Εκαταίου.....	55
Εικόνα 3. Ο ναός της Αρτέμιδος στην Έφεσο (Αρτεμίσιο).....	93
Εικόνα 4. Δίολκος Ισθμού Κορίνθου.....	97
Εικόνα 5. Ευπαλίνειο – Τοπογραφικό διάγραμμα και τομή.....	99
Εικόνα 6. Ευπαλίνειο.....	100
Εικόνα 7. Ευπαλίνειο – Κάτοψη και τομή στο σημείο συνάντησης των δύο σηράγγων.....	100
Εικόνα 8. Η πορεία του Πεισιστράτειου Υδραγωγείου μέσα στην Αθήνα.....	104
Εικόνα 9. Σταθμός Σύνταγμα (Αμαλίας): Η ανασκαφή.....	105
Εικόνα 10. Τα στελέχη του Πεισιστράτειου.....	106
Εικόνα 11. Πλατωνικά Στερεά.....	192
Εικόνα 12. Η ανάδρομη κίνηση των πλανητών.....	208
Εικόνα 13. Ομόκεντρες σφαίρες ενός πλανήτη (Θεωρία Εύδοξου).....	209
Εικόνα 14. Οξυγώνιος, ορθογώνιος και αμβλυγώνιος κώνος.....	214
Εικόνα 15. Ο Αριστοτέλης διδάσκει τον Αλέξανδρο. Γκραβούρα του 19ου αιώνα.....	220
Εικόνα 16. Ο Πλάτων και ο Αριστοτέλης (λεπτομέρεια της «Σχολής των Αθηνών» του Ραφαήλ).....	227
Εικόνα 17. Ο Στράτων (δεξιά) μαζί με τον Αριστοτέλη και το Θεόφραστο σε τοιχογραφία στα «Προπύλαια» (κεντρικό κτίριο) του Πανεπιστημίου Αθηνών.....	252
Εικόνα 18. Η Ακρόπολη (γενική άποψη).....	273
Εικόνα 19. Ο Παρθενώνας.....	274
Εικόνα 20. Κάτοψη Παρθενώνα.....	274
Εικόνα 21. Πολεοδομικό σχέδιο Πειραιά.....	290
Εικόνα 22. Αναπαράσταση νεώσοικων Πειραιά.....	291
Εικόνα 23. Μακέτα Σκευοθήκης του Φίλωνος (Ναυτικό Μουσείο Ελλάδος).....	291
Εικόνα 24. Τοπογραφικό σχέδιο της Αθήνας των Κλασικών Χρόνων.....	299
Εικόνα 25. Μοχλός.....	302
Εικόνα 26. Πολύσπαστο.....	303
Εικόνα 27. Βαρούλκο.....	303
Εικόνα 28. Φάρος της Αλεξάνδρειας.....	310
Εικόνα 29. Χάρτης της Αλεξάνδρειας κατά το 30 π.Χ. (με βάση τον πρωτότυπο του Otto Puchstein στη δεκαετία του 1890).....	322

Εικόνα 30. Αρχαία Αλεξάνδρεια.....	323
Εικόνα 31. Το σημερινό Ελληνορωμαϊκό Μουσείο Αλεξάνδρειας.....	323
Εικόνα 32. Η Βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας (καλλιτεχνική απόδοση Ο. Von Corven, 19ος αιώνας).....	325
Εικόνα 33. Ο Ευκλείδης (σε λεπτομέρεια από τη «Σχολή των Αθηνών» του Ραφαήλ).....	340
Εικόνα 34. Ελληνικό χειρόγραφο του 9ου αιώνα, που περιέχει τα <i>Στοιχεῖα</i> του Ευκλείδη.....	341
Εικόνα 35. Ο Αρχιμήδης (σε πίνακα του Domenico Fetti, 1620) – Πινακοθήκη Δρέσδης).....	354
Εικόνα 36. Ο Αρχιμήδης με το Ρωμαίο στρατιώτη (αντίγραφο ρωμαϊκού ψηφιδωτού).....	355
Εικόνα 37. Μεσαιωνική αναπαράσταση του κοιλία του Αρχιμήδη.....	359
Εικόνα 38. Το οδόμετρο.....	361
Εικόνα 39. Το ναυτικό δρομόμετρο.....	362
Εικόνα 40. Τα «Κωνικά» του Απολλώνιου (ελληνικό χειρόγραφο του έτους 1536).....	395
Εικόνα 41. Ο παγκόσμιος χάρτης του Ερατοσθένη.....	419
Εικόνα 42. Ο Ιππαρχος.....	430
Εικόνα 43. Ο χάρτης του Ίππαρχου.....	437
Εικόνα 44. Η υδρόγειος σφαίρα του Κράτητος.....	439
Εικόνα 45. Η ύδραυλις.....	472
Εικόνα 46. Η αναρροφητική-καταθλιπτική αντλία.....	473
Εικόνα 47. Το υδραυλικό ωρολόγιο.....	474
Εικόνα 48. Ωρολόγιο Ανδρόνικου του Κυρρήστου.....	479
Εικόνα 49. Τα τρία κυρίως θραύσματα του «Μηχανισμού των Αντικυθήρων».....	480
Εικόνα 50. Η διόπτρα του Ήρωνα (κατακόρυφη τομή – πλάγια όψη).....	502
Εικόνα 51. Η Αιολόσφαιρα.....	513
Εικόνα 52. Αυτόματες πύλες ναού.....	514
Εικόνα 53. Η «Μεγίστη» («Μαθηματική Σύνταξις») του Κλαύδιου Πτολεμαίου (ελληνικό χειρόγραφο του 9ου αιώνα).....	519
Εικόνα 54. Η πρώτη πτολεμαϊκή χαρτογραφική προβολή.....	529
Εικόνα 55. Η δεύτερη πτολεμαϊκή χαρτογραφική προβολή.....	529
Εικόνα 56. Χάρτης με βάση τον Πτολεμαίο (τέλη 15ου αιώνα, Ιταλία).....	533
Εικόνα 57. Η «Μαθηματική Συναγωγή» (η πρώτη μετάφραση στα λατινικά –1588– από το Federico Commandino).....	551
Εικόνα 58. Ο θάνατος της φιλοσόφου Υπατίας στην Αλεξάνδρεια (από το βιβλίο του Louis Figuier, 1866).....	594
Εικόνα 59. Οριζόντιο ηλιακό ρολόι στον Εθνικό Κήπο.....	634

ΑΡΧΑΪΚΗ ΕΠΟΧΗ

(7ος-6ος αιώνας π.Χ.)

1. ΟΙ ΑΠΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

1) Κατά τη διάρκεια του 7ου και του 6ου αιώνα π.Χ., μεγάλες κοινωνικές και οικονομικές αλλαγές συντελέστηκαν στα παράλια της Μικράς Ασίας και γενικότερα στον ελλαδικό χώρο. Οι σημαντικότερες πόλεις-κράτη της δυτικής ακτής της Μικράς Ασίας, της Ιωνίας, με σπουδαιότερα κέντρα τη Μίλητο και την Έφεσο, με το αυξανόμενο εμπόριό τους, συνδέθηκαν σ' ένα εμπορικό σταυροδρόμι με τα παράλια της Μεσογείου, τη Μεσοποταμία, την Αίγυπτο, τη Σκυθία, τον Εύξεινο Πόντο και με πιο μακρινές ακόμα χώρες, αναπτύχθηκαν πιο γρήγορα από την κυρίως Ελλάδα, την Αθήνα, τη Σπάρτη και την Κόρινθο, και αύξησαν τον πλούτο και τη δύναμή τους. Η Μίλητος αναδείχθηκε σε πρώτη εμπορική δύναμη κατά τον 6ο αιώνα π.Χ., χάρη στις αποικίες που είχε ιδρύσει κυρίως στον Εύξεινο Πόντο, απ' όπου προμηθευόταν σιτηρά, ζώα, μέταλλα, ξυλεία, δούλους. Το εμπόριό της επεκτάθηκε και πέρα από το χώρο της Μεσογείου. Σημειώνεται ακόμα ότι οι ανάγκες του εμπορίου ώθησαν στην καθιέρωση του νομίσματος. Τα πρώτα νομίσματα εμφανίστηκαν στη Μικρά Ασία και το πιο πιθανόν είναι ότι η επινόησή τους έγινε σε ιωνικό περιβάλλον.

Οι εξελίξεις αυτές σηματοδότησαν τον παραμερισμό της παλαιάς κοινωνικής και οικονομικής οργάνωσης, την απώλεια του ηγετικού ρόλου της τάξης των αριστοκρατών και γαιοκτημόνων, την ανάδειξη και επικράτηση μιας νέας τάξης, των εμπόρων και ναυτικών. Οι παλιές παραγωγικές σχέσεις διαλύθηκαν, νέες παραγωγικές δυνάμεις εμφανίστηκαν και αναπτύχθηκαν το εμπόριο και η ναυτιλία. Όλα αυτά σημειώθηκαν σε ένα πεδίο μεγάλων κοινωνικών συγκρούσεων, με έντονο ταξικό περιεχόμενο, που κράτησε χρόνια.

Η νέα τάξη που αναδύθηκε, προκειμένου να επικρατήσει και να εδραιωθεί, χρειαζόταν αποτελεσματικά όπλα απέναντι στην αριστοκρατία και το ιερατείο. Είχε ανάγκη να ενστερνιστεί και να προπαγανδίσει μια νέα ιδεολογία, με νέα οράματα και ιδέες. Κυρίαρχο στοιχείο ήταν ο κλονισμός του κύρους των παλαιών θρησκευτικών παραδόσεων, αλλά και η αντικατάστασή τους με νέα διδασκαλία, αντιπαραθετική με την ιδεολογία της αριστοκρατίας, με χαρακτηριστικά νέας κοσμοθεωρίας, που μπορούσε να αντιταχθεί στις πανάρχαιες ιερατικές παραδόσεις για τη γένεση των θεών και του κόσμου. Η διάδοση και διακίνηση των ιδεών εδράζεται στο γραπτό λόγο, ο οποίος πλέον είναι προσιτός στον καθένα. Το στοιχείο αυτό αποτέλεσε αποφασιστικό παράγοντα για την πνευματική έκρηξη που ακολούθησε. Από την άλλη μεριά, δεδομένου ότι η νέα τάξη στηρίζε τη δύναμή της στο εμπόριο και τη ναυτιλία, ήταν επόμενο ότι έπρεπε να προωθήσει την ανάπτυξη των Μαθηματικών, της Αστρονομίας, της Γεωγραφίας, της Μηχανικής και της Τεχνολογίας, που ήταν προϋπόθεση για την εκτέλεση των απαραίτητων κτιριακών, λιμενικών, αρδευτικών, αποξηραντικών, αντιπλημμυρικών και άλλων τεχνικών έργων, τη ναυπήγηση νέων πλοίων, την εξυπηρέτηση των αναγκών της ναυσιπλοΐας, αλλά και της Λογιστικής για τις συναλλαγές.

Παράλληλα, αυτή η νέα κοινωνική διάρθρωση δημιούργησε ένα νέο τύπο ανθρώπου. Ο συναλλασσόμενος έμπορος είχε πλέον μεγάλη ανεξαρτησία, δεν αναγνώριζε κάποιον απόλυτο μονάρχη, δεν μπορούσε να υιοθετήσει τη στατική αντίληψη της Ανατολής. Επιπλέον, ο πλούτος καθώς και ο θεσμός της δουλείας του παρείχαν τη δυνατότητα να απολαμβάνει κάποιες ανέσεις. Έτσι, μπορούσε να φιλοσοφεί γύρω από το δικό του κόσμο. Διαμορφώθηκαν συνθήκες ελεύθερου στοχασμού, ανταλλαγής ή και αντιπαράθεσης απόψεων.

Σημειώνεται, ακόμα, ότι οι Έλληνες φιλόσοφοι δεν ήταν άνθρωποι της ανάπαυσης, που ασχολούνταν με τη μελέτη αφηρημένων προβλημάτων. Ήταν άνθρωποι δραστήριοι, που είχαν ζωντανό ενδιαφέρον για όλα τα κοινά πράγματα της πόλης τους και μετείχαν ενεργά στους κοινωνικούς αγώνες και γενικά στη ζωή της.

Μέσα σε αυτό το νέο κοινωνικοοικονομικό πλαίσιο, με τις νέες παραγωγικές σχέσεις που ευνοούσαν την έρευνα, καθώς είχαν δημιουργηθεί οι κατάλληλες υλικές και πνευματικές προϋποθέσεις, προωθήθηκε η ανάπτυξη του *Ορθολογισμού*. Εμφανίζονται οι πρώτες σχολές *φυσικής φιλοσοφίας*, που δημιουργούν κοσμοθεωρίες με βάση την παρατήρηση και το λογικό συλλογισμό. Τέθηκαν οι βάσεις των Μαθηματικών (ως επιστήμης) και της Αστρονομίας και γενικότερα εκεί εντοπίζονται οι απαρχές των επιστημών. Οι κοσμολογίες αυτές περιείχαν ορισμένους πρώτους πυρήνες των φυσικών επιστημών, χωρίς να σημαίνει ότι ήταν επιστημονικές. Δεν υπήρχε, βέβαια, τότε επιστημονική μέθοδος. Δεν ήταν τότε δυνατόν να γίνει αντιληπτή η έννοια της επιστημονικής μεθόδου.

Δεν είναι τυχαίο, επίσης, ότι οι απαρχές των Μαθηματικών και της Αστρονομίας, ως επιστημών, συμπίπτουν στην αρχαία Ελλάδα με τη γένεση της Φιλο-

σοφίας, στο εσωτερικό της οποίας αυτή συντελείται. Γι' αυτό είναι στενά συνδεδεμένες η Φιλοσοφία¹ με την επιστήμη².

Πρωταρχική θέση πήρε το εξής πρόβλημα: τι είναι ο κόσμος και ποια είναι η πρώτη ουσία του. Ποιο ήταν το αρχικό στοιχείο από το οποίο δημιουργήθηκε το σύμπαν (το *Είναι* και το *Γίνεσθαι*). Για τους μεγάλους Έλληνες στοχαστές δεν αρκούσε το ερώτημα «πώς» της Ανατολής, αλλά θέτουν και το σύγχρονο επιστημονικό ερώτημα «γιατί», που οδηγεί στην αναζήτηση της αλήθειας και των αιτίων. Οι πρώτοι μεγάλοι στοχαστές της Ιωνίας, που έβαλαν τα θεμέλια της ελληνικής φιλοσοφίας, ερεύνησαν τα φυσικά φαινόμενα και έδωσαν υλιστικές απαντήσεις, γι' αυτό και ονομάστηκαν *φυσικοί φιλόσοφοι*. Βέβαια, εκείνη την εποχή δεν υπήρχαν ξεχωριστές επιστήμες. Δεν υπήρχε, για παράδειγμα, η Φυσική ως επιστήμη ούτε η Βιολογία. Η ταξινόμηση των γνώσεων και η διάκριση των επιστημών έγινε αργότερα, από τον Αριστοτέλη. Η φυσική φιλοσοφία που δημιουργήθηκε εμπεριείχε στοιχεία τόσο των φυσικών επιστημών όσο και της φιλοσοφίας της επιστήμης.

Τα συστήματα κοσμοθεωρίας που αναπτύχθηκαν τότε είχαν, βέβαια, πολλές ατέλειες και εμπεριείχαν μερικά στοιχεία τελείως αβάσιμα, καθώς και απλοϊκές θεωρήσεις. Σε καμία περίπτωση όμως δεν πρέπει να εξετάζουμε τα πράγματα με την οπτική του σήμερα, αλλά υπό το πρίσμα του ιστορικού και κοινωνικού πλαισίου εκείνης της εποχής, κατά την οποία οι φυσικές επιστήμες ήταν σε εμβρυώδη κατάσταση, καθώς εργαλεία για το πείραμα και την παρατήρηση δεν υπήρχαν καθόλου. Άλλωστε, η αξία της φυσικής φιλοσοφίας έγκειται στη συνολική ερμηνεία της πραγματικότητας, και όχι στην εξήγηση επιμέρους φυσικών φαινομένων, με ένα ορθολογικό τρόπο και καθαρή σκέψη, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι οι φυσικοί φιλόσοφοι παραμέριζαν –κάθε άλλο μάλιστα– την εμπειρική παρατήρηση³. Σε ένα τέτοιο πλαίσιο, οι ιδέες που διατυπώθηκαν για

1. Η λέξη ως όρος δεν υπήρχε εκείνα τα χρόνια και άργησε πολύ να ενταχθεί στην ελληνική γλώσσα.

2. Αλλά και σήμερα που είναι περισσότερο σαφής η οριοθέτηση ανάμεσα στις επιστήμες και τη φιλοσοφία, αυτές αλληλοτέμνονται και αλληλοτροφοδοτούνται. Αυτή η άποψη όμως αμφισβητήθηκε από το θετικισμό και από άλλα επιστημολογικά ρεύματα. Ο Ευτύχης Μπιτσάκης υποστηρίζει τη διαλεκτική σχέση ανάμεσα στις επιστήμες και τη Φιλοσοφία, επισημαίνοντας ότι η Φιλοσοφία έχει αναμφισβήτητη επιστημολογική και γνωστική λειτουργία, καθώς και οι επιστήμες έχουν σαφή φιλοσοφική εμβέλεια (Ευτύχης Μπιτσάκης, *Το αειθαλές δέντρο της γνώσεως*, Άγρα, 2006).

3. Ο Φ. Ένγκελς παρατηρεί ότι: «Πρώτη είναι η ελληνική φιλοσοφία. Εδώ η διαλεκτική σκέψη παρουσιάζεται ακόμα με την αρχέγονή της απλότητα, αδιατάρακτη ακόμα από τα γοητευτικά εμπόδια που ύψωσε στον ίδιο της το δρόμο η μεταφυσική του 17ου και του 18ου αιώνα –ο Μπέικον και ο Λοκ στην Αγγλία, ο Βολφ στη Γερμανία– και με τα οποία εμποδίστηκε η ίδια της η πρόοδος: το πέρασμα από την κατανόηση του ειδικού στην κατανόηση του συνόλου, στην κατανόηση της γενικής αλληλοσύνδεσης των πραγμάτων. Οι Έλληνες είδαν τη φύση σαν ενιαίο όλο, γενικά, ακριβώς επειδή δεν είχαν φτάσει ακόμα στο κομμάτιασμα, στην ανάλυσή της. Η καθολική σύνδεση των φαινομένων της φύσης δεν έχει αποδειχτεί στις λεπτομέρειες, αλλά για τους Έλληνες είναι το αποτέλεσμα της άμεσης θέασης. Σ' αυτό βρίσκεται η ανεπάρκεια της ελληνικής φιλοσοφίας, ανεπάρκεια που την υποχρέωσε στη συνέχεια να δώσει τη θέση της σε άλλους τρόπους θεώρησης. Αλλά σ' αυτό βρίσκε-

να αμφισβητήσουν τις παγιωμένες μυθοπλασίες και τις θεοκρατικές παραδόσεις είχαν πρωτοποριακό χαρακτήρα, καθιέρωσαν μέθοδο έρευνας των φυσικών φαινομένων και έθεσαν τις βάσεις για την επιστημονική έρευνα και γνώση, ανοίγοντας το δρόμο προς τη νεότερη και σύγχρονη επιστήμη. Αναπόσπαστο στοιχείο της ιωνικής φυσικής φιλοσοφίας ήταν τα Μαθηματικά και η Αστρονομία.

Εν κατακλείδι, υπό το πρίσμα όλων όσων προαναφέρθηκαν, μπορούμε να πούμε ότι οι γενικότερες οικονομικές, πολιτικές και κοινωνικές συνθήκες σ' αυτή τη συγκεκριμένη εδαφική περιοχή είναι το καταλυτικό στοιχείο που σηματοδότησε τη χαραυγή της φιλοσοφίας και της επιστήμης, φωτίζοντας έτσι κάποιες πλευρές γύρω από το εύλογο ερώτημα που γεννάται: για ποιο λόγο συνέβη αυτή η πολύ σημαντική εξέλιξη στο συγκεκριμένο χρόνο και τόπο, γιατί η κοιτίδα της φυσικής φιλοσοφίας υπήρξε η Ιωνία και όχι άλλη περιοχή. Υπό αυτές τις συνθήκες, μπορούμε να πούμε ότι η φυσιοκρατική φιλοσοφική θεώρηση που δημιουργήθηκε είχε ρεαλιστική βάση και πολιτική σκοπιμότητα.

Η *Ιωνική Σχολή* άρχισε να παρακμάζει στα τέλη του 6ου αιώνα π.Χ., κυρίως με την κατάληψη της Ιωνίας από τους Πέρσες, με αποκορύφωμα την κατάκτηση της τελευταίας ελεύθερης πόλης, της Μιλήτου, το 494 π.Χ. Το εμπόριο και οι οικονομικές ανταλλαγές μετατοπίστηκαν στο Αιγαίο και στη δυτική μεσογειακή λεκάνη, επηρεάζοντας και τις κοινωνικές αλλαγές που συντελούνται πλέον εκεί. Εξαιτίας των παραπάνω, αλλά και για διάφορους άλλους λόγους, κορυφαίοι διανοητές, όπως ο Πυθαγόρας, ο Ξενοφάνης και άλλοι, έφυγαν και εγκαταστάθηκαν στην Κάτω Ιταλία, όπου συνέχισαν το έργο τους. Νέο κέντρο της πρώιμης αρχαίας ελληνικής επιστήμης αναδεικνύεται, γύρω στο 530 π.Χ., η *Σχολή του Πυθαγόρα στον Κρότωνα*, με εντελώς όμως διαφορετικά χαρακτηριστικά, ενδιαφέροντα, αντίληψη, κοινωνικές αναφορές και σκοπούς.

2) Ο 6ος και ο 5ος αιώνας π.Χ. είναι γνωστοί ως περίοδος της *προσωκρατικής φιλοσοφίας* ή ως ηρωική περίοδος της επιστήμης. Στο διάστημα αυτό συντελέστηκε βαθμιαία ο μετασχηματισμός των Μαθηματικών σε αφηρημένη παραγωγική επιστήμη⁴. Μαθηματικές γνώσεις, βέβαια, υπήρχαν από πολύ παλαιότερα στις

ται και η ανωτερότητά της σε σχέση με όλους τους μεταγενέστερους μεταφυσικούς αντιπάλους της. Αν σε σχέση με τους Έλληνες η μεταφυσική ήταν ορθότερη στο ειδικό, σε σχέση με τη μεταφυσική οι Έλληνες είχαν δίκιο στο γενικό» (Φ. Ένγκελς, *Η διαλεκτική της φύσης*, Σύγχρονη Εποχή, 2008, «Παλιός πρόλογος στο *Αντι-Ντύρινγκ* για τη διαλεκτική», σ. 28].

4. Η διακεκριμένη καθηγήτρια της Ιστορίας των Μαθηματικών Isabella Basmakova ασχολήθηκε ιδιαίτερα μ' αυτό το ζήτημα της διαμόρφωσης της ορθολογικής σκέψης και της εμφάνισης της αφηρημένης παραγωγικής επιστήμης. Η Basmakova θεωρεί ότι ο Πυθαγόρας είναι αυτός ο οποίος μετέτρεψε τα Μαθηματικά σε αφηρημένη παραγωγική επιστήμη (I. G. Basmakova, *Ιστορία των αρχαίων ελληνικών μαθηματικών*, Παπασωτηρίου, 2014, σελ. 15, 27). Επίσης, και ο ιστορικός των Μαθηματικών Gino Loria εκτιμά ότι στον Πυθαγόρα συναντάται ένα σύστημα γνώσεων το οποίο έχει όλα τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της σύγχρονης μαθηματικής επιστήμης (G. Loria, *Ιστορία των Μαθηματικών*, Α' Τόμος, Εκδόσεις Παπαζήση, 1972, σ. 47).

χώρες της αρχαίας Ανατολής, την Αίγυπτο και τη Βαβυλώνα, όπως συστήματα αρίθμησης, έννοιες των αριθμών (ακέραιων και κλασμάτων), των γεωμετρικών σχημάτων, αριθμητικές πράξεις, τρόποι υπολογισμού των ποσοτήτων και στοιχειωδών εμβαδών και όγκων και άλλα. Στη Βαβυλώνα, μάλιστα, αναπτύχθηκαν στοιχεία άλγεβρας. Ωστόσο, Μαθηματικά, ως επιστήμη με τη σημερινή έννοια του όρου, δεν υπήρχαν ακόμα. Αυτές οι μαθηματικές γνώσεις ήταν συναρτημένες με την εξυπηρέτηση των καθημερινών αναγκών τους, όπως οι σχετικές με τη γεωμετρία, για τη μέτρηση των χωραφιών στην Αίγυπτο, για τον υπολογισμό της εσοδείας και τον επαναπροσδιορισμό τους μετά τις πλημμύρες του Νείλου, την κατασκευή ναών και πυραμίδων, ή οι σχετικές με την αριθμητική για τον προσδιορισμό ενός συστήματος μέτρων και σταθμών, για να εισπράττονται οι φόροι. Έτσι, τα προβλήματα των βαβυλωνιακών και αιγυπτιακών μαθηματικών ήταν προβλήματα πρακτικής αριθμητικής, που λύνονταν με συγκεκριμένες αριθμητικές πράξεις, με τη χρήση υπολογιστικών αλγορίθμων (απλών ή σύνθετων) ή γεωμετρικών υπολογισμών για μία και μόνο χρήση (επί παραδείγματι, για ένα συγκεκριμένο γεωμετρικό σχήμα με συγκεκριμένες διαστάσεις). Το περιεχόμενο όμως αυτών των Μαθηματικών παρέμεινε στοιχειώδες, στο επίπεδο της προεπιστημονικής σκέψης. Καμία καταγεγραμμένη μαθηματική απόδειξη δεν έχει βρεθεί στους πολιτισμούς της αρχαίας Ανατολής. Ανάλογα συστήματα μαθηματικών γνώσεων δημιουργήθηκαν και από άλλους λαούς, τους Κινέζους, τους Ινδούς, τους Αζτέκους και άλλους.

Οι πρώιμες ενασχολήσεις των μεγάλων διανοητών της Ιωνίας είχαν ως κύριο στόχο την ερμηνεία, υπό το πρίσμα του ορθολογισμού, της θέσης του ανθρώπου στον κόσμο. Αυτό επέβαλε ένα νέο τρόπο σκέψης και οργάνωσης των συλλογισμών σε μια λογική αλληλουχία και την παραδοχή κάποιων αρχών. Τα Μαθηματικά αποτέλεσαν τον πυρήνα μιας τέτοιας διαδικασίας. Οι μεγάλοι Έλληνες στοχαστές δεν έμειναν στην περιπτωσιακή αντιμετώπιση κάποιων μεμονωμένων μαθηματικών προβλημάτων, που αφορούσαν, για παράδειγμα, τη διαπίστωση μιας ιδιότητας σε ένα συγκεκριμένο γεωμετρικό σχήμα. Επιδίωξαν να διατυπώσουν γενικές αλήθειες που να ισχύουν για κάθε ομοειδές αντικείμενο, για κάθε γεωμετρικό σχήμα, λόγου χάρη τρίγωνο ή τετράγωνο και τα λοιπά. Έτσι, εισάγεται τώρα η έννοια της *απόδειξης*, ως αναγκαίου στοιχείου για τη διασάφηση της αλήθειας των προτάσεων, κάτι που οδήγησε στη θεμελίωση των Μαθηματικών ως επιστήμης.

Υπό το πρίσμα αυτό γεννήθηκε την ίδια περίοδο και η Αστρονομία, με την έννοια της επιστημονικής θεώρησης. Μέσα στο νέο πνεύμα έπρεπε όχι μόνο να περιγραφούν, αλλά και να εξηγηθούν τα ουράνια και τα φυσικά φαινόμενα, και σε αυτό ακριβώς επικέντρωσαν τις προσπάθειές τους οι πρωτοπόροι Έλληνες στοχαστές⁵. Η αμφισβήτηση και η αντιπαράθεση με τις παλαιές θρησκευτικές

5. Ο καθηγητής της Ιστορίας των Μαθηματικών Γιάννης Χριστιανίδης παρατηρεί τα εξής: «Το επι-

και κοσμογονικές δοξασίες επέβαλε ένα νέο τρόπο σκέψης. Οι πολιτισμοί της αρχαίας Ανατολής ασφαλώς είχαν αναπτύξει τον τομέα της Αστρονομίας. Με τις συστηματικές παρατηρήσεις που έκαναν για πολλά χρόνια έφτασαν σε αξιολογική κατανόηση πολλών αστρονομικών φαινομένων και ανέπτυξαν την υπολογιστική Αστρονομία. Οι κατακτήσεις τους όμως περιορίστηκαν στο πλαίσιο των ημερολογιακών υπολογισμών και χρησιμοποιήθηκαν κατά κύριο λόγο για να υπηρετηθεί η αστρολογία.

Με την ίδια ορθολογική θεώρηση, οι αρχαίοι Έλληνες φυσικοί φιλόσοφοι προσπάθησαν να ερμηνεύσουν τα φυσικά φαινόμενα με ένα γενικό και καθολικό τρόπο, που να επικεντρώνεται στα γενικά και όχι στα ειδικά χαρακτηριστικά, που να αφορά το σύνολο, κατηγορίες φυσικών φαινομένων και όχι την προσπάθεια εξήγησης μεμονωμένων φαινομένων. Πολλές από αυτές τις ιδέες των αρχαίων Ελλήνων φυσικών φιλοσόφων αποτέλεσαν την απαρχή πολλών σημερινών εννοιών των φυσικών επιστημών και αυτό αποτελεί σημαντική συνεισφορά των αρχαίων Ελλήνων διανοητών, με μεγάλη επίδραση στην ανάπτυξη των σύγχρονων φυσικών επιστημών, είτε άμεσα είτε έμμεσα.

Η διερεύνηση όμως και η προσπάθεια εξήγησης του κόσμου δεν περιορίστηκε στα φυσικά μόνο φαινόμενα. Αυτός ο τρόπος σκέψης και η μέθοδος ερμηνείας του κόσμου που ακολουθούσαν επεκτάθηκε και στο πεδίο διερεύνησης και των ανθρώπινων στοιχείων, κατά συνέπεια δε και των στοιχείων που σχετίζονται με την υγεία, τις ασθένειες και τις θεραπείες. Για πρώτη φορά συντελείται η αποδέσμευση της Ιατρικής από τα θρησκευτικά δεσμά⁶ και τίθενται οι βάσεις για τη θεμελίωσή της –αργότερα– ως επιστήμης.

Ένα ακόμα βασικό χαρακτηριστικό του τρόπου σκέψης των πρώτων αυτών διανοητών, αλλά και των μεταγενέστερων στη συνέχεια, είναι η κριτική

στημονικό στάδιο της Αστρονομίας αρχίζει από τότε που τα ανεπεξέργαστα εμπειρικά δεδομένα αναλύονται και εξετάζονται σε ένα ευρύτερο κοσμολογικό πλαίσιο και γίνονται έτσι αντικείμενα σκέψης κατευθυνόμενης προς την ανακάλυψη γενικών αρχών και νόμων που διέπουν όλα τα αστρονομικά φαινόμενα. Τα πρώτα μικρά βήματα προς αυτήν την κατεύθυνση έγιναν τον 6ο αιώνα π.Χ. από τους Ίωνες στοχαστές» (Γ. Χριστιανίδης, Θέματα από την ιστορία των Μαθηματικών, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2012, σ. 156).

6. Βέβαια, δεν έπαψε να υπάρχει στον αρχαίο ελληνικό χώρο η συνάρτηση της Ιατρικής με τη θρησκεία, αλλά η θρησκευτική ιατρική δεν είναι πλέον μοναδικό φαινόμενο. Συνυπάρχει με την ιατρική που βασίζεται στην παρατήρηση και στην ανθρώπινη λογική. Ισχυρά ερείσματα είχε η θεοποίηση του Ασκληπιού, ο οποίος αναγνωρίστηκε ως προστάτης των γιατρών (Ασκληπιάδα) και στην ψυχή του λαού έγινε ο κατεξοχήν γιατρός, ταυτίστηκε δε με την ίδια την Ιατρική. Η λατρεία του είχε απλωθεί σε όλο τον ελληνικό χώρο, καθώς και έξω από αυτόν, προς τιμήν του δε οι αρχαίοι είχαν αφιερώσει πάνω από 400 ναούς και ιερά (Ασκληπιεία). Οι άρρωστοι προσέρχονταν στα Ασκληπιεία, ζητώντας από το θεό να θεραπεύσει τις αρρώστιες τους (κυρίως ανίατες ή δυσίατες), ενώ εκείνος παρουσιαζόταν στα όνειρά τους και υποδείκνυε τη θεραπεία που έπρεπε να εφαρμόσουν. Ο Ασκληπιός παριστάνεται να κρατά μια ράβδο, γύρω από την οποία ελίσσεται ένα φίδι, κάτι που γνώρισε πολύ μεγάλη διάδοση και αποτελεί και σήμερα το διεθνές έμβλημα της Ιατρικής και των γιατρών.

παρατήρηση, η αντιπαράθεση απόψεων, η παράθεση επιχειρημάτων για την απόκρουση των αντίπαλων θεωριών.

3) Όλη αυτή η πολιτισμική έκρηξη που σημειώθηκε αυτή την περίοδο στις ακτές της Ιωνίας δε σημαίνει ότι στις προηγούμενες περιόδους δεν υπήρχαν γνώσεις και τεχνολογία. Προαναφέρθηκε ήδη ότι σε Αίγυπτο και Βαβυλώνα, που ήταν τα πιο μεγάλα και ξακουστά κέντρα συσσώρευσης γνώσεων της τότε εποχής, είχαν αποκτηθεί σημαντικές μαθηματικές και αστρονομικές γνώσεις, με τις οποίες αντιμετώπιζαν ζητήματα και προβλήματα της καθημερινότητας. Από τα ομηρικά έπη, επίσης, πληροφορούμαστε ότι υπήρχαν αξιόλογες γνώσεις σε θέματα Ιατρικής, Γεωγραφίας και άλλα. Η τεχνολογία, από την άλλη μεριά, έχει να επιδείξει εντυπωσιακά δείγματα προόδου, τα οποία έχουν διαπιστωθεί και ανασκαφικά (μινωικός και μυκηναϊκός πολιτισμός και αλλού), αλλά έχουν αποτυπωθεί και στη συλλογική μνήμη ως απόηχος έντονου εντυπωσιασμού που πρέπει να υπήρξε από πρωτοπόρες εφευρέσεις. Ανάπτυξη της τεχνολογίας επίσης υπήρξε, εκτός από τον ελλαδικό χώρο, και στην Αίγυπτο, τη Μεσοποταμία, την Ινδία και την Κίνα. Όλα αυτά όμως τα τεχνολογικά επιτεύγματα δε φαίνεται να ήταν προϊόν επιστήμης ή θεωρητικού στοχασμού.

Εκείνο το κομβικό στοιχείο που σηματοδότησε την ποιοτική αλλαγή της ανθρώπινης σκέψης και άνοιξε τους δρόμους της επιστήμης είναι το πνεύμα του *Ορθολογισμού*, ο Ορθός Λόγος, η αμφισβήτηση των μεταφυσικών θεωρήσεων, η έρευνα και η προσπάθεια ερμηνείας των φυσικών φαινομένων. Αυτή η εξέλιξη στα παράλια της Ιωνίας προς τα τέλη του 6ου αιώνα π.Χ. καθόρισε αποφασιστικά την πορεία της επιστήμης.

Σημειώνεται, επίσης, πως το γεγονός της μαθητείας των πρωτοπόρων της ελληνικής διανόησης εκείνης της εποχής, του Θαλή, μάλλον και του Αναξίμανδρου, του Πυθαγόρα, αλλά και μεταγενέστερα του Δημόκριτου και άλλων σε Αίγυπτο και Βαβυλώνα, όπου καταρτίστηκαν στις μαθηματικές και αστρονομικές γνώσεις του ιερατείου της Αιγύπτου και της Μεσοποταμίας, καθώς επίσης και στις κοσμολογικές τους θεωρίες, καθόλου δε μειώνει το μέγεθος του πνεύματός τους και τη συμβολή τους στη φιλοσοφική και επιστημονική έκρηξη που ακολούθησε. Ίσα-ίσα, αφομοίωσαν τα όσα έμαθαν και μέσα από το ορθολογικό τους πνεύμα τα ταξινόησαν, τα αξιοποίησαν και τα ανέπτυξαν, θέτοντας έτσι τα θεμέλια των σύγχρονων Μαθηματικών και γενικότερα τις απαρχές των επιστημών.