

## ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ, ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ Κ. ΣΠΥΡΟΥ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ Α.Π.Θ.

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

*Επιχειρείται μια συνοπτική παρουσίαση των κυριότερων αστρονομικών οργάνων και παρατηρήσεων στην Αρχαία Ελλάδα, με ιδιαίτερη έμφαση στη σημασία τους για τη διατύπωση των πρώτων κοσμολογικών προτύπων και την ανάπτυξη της αστρονομικής επιστήμης, γενικότερα.*

### ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ

Η σύγχρονη κοσμολογική επιστήμη άρχισε με τους Nicolaus Copernicus (1473-1543 μ.Χ.) και Johannes Kepler (1571-1630 μ.Χ.). Η εικόνα του κόσμου εκείνης της εποχής είχε πολύ λίγα κοινά με τη σύγχρονη εικόνα του κόσμου, έστω κι αν ο νυχτερινός ουρανός πριν από μερικούς αιώνες φαινόταν όπως περίπου φαίνεται σήμερα. Η διαφορά βρίσκεται στο ότι τώρα τον παρατηρούμε με διαφορετικά μάτια, με διαφορετική φιλοσοφία.

Οι πρώτες κοσμολογικές απόψεις εμπεριέχουν πολλές από τις κεντρικές ιδέες της εικόνας του κόσμου που αντικατέστησαν. Όλες αυτές οι κεντρικές, βασικές ιδέες ανάγονται στους αρχαίους Έλληνες και μερικές σε ακόμα παλαιότερους πολιτισμούς.

Ετσι, μια κεντρική ιδέα είναι το *στερέωμα* και σύμφωνα μ' αυτήν η Γη ήταν το κέντρο του Σύμπαντος και οι αστέρες στηρίζονταν σ' ένα στερεό θόλο που χώριζε τη Γη από τον ουρανό. Οι περισσότεροι αστέρες είχαν σταθερή θέση στο θόλο, αλλά τα σώματα Ήλιος, Σελήνη, Ερμής, Αφροδίτη, Άρης, Δίας και Κρόνος μετακινούνταν ως προς τους σταθερούς αστέρες του θόλου, το καθένα πάνω σε μια στερεά, διαφανή σφαίρα, περιστρεφόμενη περί άξονα διερχόμενο από τη Γη. Με τον τρόπο αυτό ήταν δυνατό να εξηγηθεί η κίνηση του αντίστοιχου σώματος ως προς τους σταθερούς αστέρες. Σύμφωνα με μια άλλη κεντρική κοσμολογική ιδέα των αρχαίων, *τα ουράνια σώματα έχουν ψυχή*, ενώ μια τρίτη ιδέα, με κύριους εκφραστές τον Πλάτωνα (427-347 π.Χ) και τον Αριστοτέλη (384-322 π.Χ.), είναι η *Ουράνια Τελειότητα*, δηλαδή *οι ουρανοί είναι τέλειοι από κάθε πλευρά*. Με βάση αυτό το δόγμα, οι αρχαίοι συνεπέραναν ότι τα ουράνια σώματα και οι δομές που τα στηρίζουν αποτελούνται από μια άφθαρτη ύλη, τον "αθήρα", και ότι πρέπει να είναι σφαιρικά, διότι η σφαίρα είναι το μόνο τέλειο σώμα ( όλα τα σημεία της ισαπέχουν από το κέντρο της). Το ίδιο δόγμα και η πεποίθηση ότι οι βαθύτερες αλήθειες για τον κόσμο είναι λογικά συμπεράσματα εκπεφρασμένα σε μη μαθηματική γλώσσα, ώθησε τους Έλληνες μαθηματικούς-αστρονόμους της εποχής του Πλάτωνα να προτείνουν το δόγμα των *ομοιόμορφων κυκλικών κινήσεων*. Δηλαδή, κάθε ουράνιο σώμα κινείται πάνω σε έναν ή περισσότερους κύκλους με σταθερή ταχύτητα (αυτό, ακριβώς, ονομαζόταν ομοιόμορφη κυκλική κίνηση). Επομένως, η κίνησή του είναι ο συνδυασμός δύο ή περισσότερων κυκλικών κινήσεων. Αυτό το δόγμα κυριάρχησε στη μαθηματική Αστρονομία για 2000 χρόνια περίπου. Η τέταρτη από τις κεντρικές κοσμολογικές ιδέες, με κύριο εκφραστή τον Πυθαγόρα (580-500 π.Χ.), είναι η *μουσική των σφαιρών*, σύμφωνα με την οποία, η μουσική αρμονία και οι κινήσεις των πλανητών διέπονται από αλληλοσυσχετιζόμενους μαθηματικούς νόμους. Άρα, *η βαθιά δομή της πραγματικότητας, της εμπειρίας, βασίζεται σε μαθηματικές σχέσεις και κανονικότητες*. Η παρατήρηση ότι υπάρχουν οκτώ ουράνιες σφαίρες (από μία για τους Ήλιο, Σελήνη, Ερμή, Αφροδίτη, Άρη, Δία, Κρόνο και μακρινούς αστέρες), όπως ακριβώς υπάρχουν οκτώ τόνοι στη διατονική κλίμακα, επιβεβαίωσε την πίστη των Πυθαγορείων στη θεωρία αυτή, η οποία, τελικά, εξελίχθηκε σε σχολή σκέψης.

## ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΑΣ - ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ

Τα δύο θεμελιώδη φαινόμενα που επί αιώνες ο άνθρωπος αγωνίσθηκε να κατανοήσει και να εξηγήσει, ήταν (και σε διδακτικό επίπεδο εξακολουθούν να είναι και σήμερα), αφενός μεν η *ημερήσια περιστροφή της ουράνιας σφαίρας*, αφετέρου δε η *ετήσια μεταβατική κίνηση του Ηλίου*. Οφείλονται αυτά στην περιφορά του συνόλου των αστερών περί την ακίνητη Γη ή οφείλονται στην περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της, καθώς η Γη περιφέρεται περί το ακίνητο κέντρο του κόσμου, τον Ήλιο; Ως φυσιολογικό αποτέλεσμα επήλθε η διαίρεση των σοφών της αρχαιότητας σε δύο αντιμαχόμενες παρατάξεις, δηλαδή στους οπαδούς της *γεωκεντρικής* θεώρησης του κόσμου και στους οπαδούς της *ηλιοκεντρικής* θεώρησης του κόσμου. Οι πρώτοι αποτελούσαν τη συντριπτική πλειοψηφία, ενώ οι δεύτεροι τη μειοψηφία.

Η πίστη στην ορθότητα της γεωκεντρικής θεώρησης του κόσμου ήταν πολύ μεγάλη, είχε καθαρά θρησκευτική προέλευση και βασιζόταν στην ακλόνητη πεποίθηση ότι η Γη, *ως κατοικία των θεών*, αποτελεί το *ακίνητο κέντρο* του Σύμπαντος και όλα τα ουράνια σώματα κινούνται γύρω της σε απόλυτα *κυκλικές, τέλειες, τροχιές*. Συνεπώς, στο πλαίσιο της γεωκεντρικής θεώρησης του κόσμου, εμείς, ως παρατηρητές, έχουμε μια προνομιακή θέση στο Σύμπαν. Αυτό το (μη αποδεκτό σήμερα) συμπέρασμα ήταν αρκετά σημαντικό, διότι ήταν *ασθητικά εξαιρετικά απλό* (δηλαδή, μόνον κυκλικές τροχιές γύρω μας) και γι' αυτό το λόγο *επιστημονικά εύκολα αποδεκτό* (δηλαδή, απλοί φυσικοί νόμοι).

Βέβαια, τόσο οι οπαδοί της γεωκεντρικής θεώρησης του κόσμου, όσο και αυτοί της ηλιοκεντρικής εστερούντο των απαραίτητων αποδείξεων για την υποστήριξη της αλήθειας της κοσμικής θεώρησής τους, στην πραγματικότητα δε, και στις δύο περιπτώσεις τα χρησιμοποιούμενα γνωστά φαινόμενα ήταν τα ίδια, πράγμα που συνέβαλε στη διαιώνιση της διαμάχης. Η ανάγκη εξεύρεσης αδιάσειστων αποδείξεων επέτεινε την ανάγκη παρακολούθησης των ουράνιων φαινομένων. Φυσικά, η αστρονομική μελέτη των αρχαίων διενεργείτο εν πολλοίς από το ιερατείο, όμως τα αποτελέσματά της είχαν εφαρμογή στη γεωργία, ναυσιπλοΐα κ.ά. Ίσως έτσι γίνεται φανερό το αρκετά ενδιαφέρον γεγονός ότι οι αρχαίοι Έλληνες θεωρούσαν ότι *το ουράνιο Σύμπαν υπήρχε για να τους υπηρετεί*. Με βάση, λοιπόν, τη φυσική περιέργειά τους για μάθηση και ερμηνεία της αρχής του κόσμου, δηλαδή για φυσικό διαλογισμό και διατύπωση κοσμολογικών "πιστεύω", προσπάθησαν να αναλύσουν τη φυσική δομή των ουράνιων σωμάτων καθώς και τη δυναμική σχέση μεταξύ τους. Σ' αυτήν την προσπάθειά τους εφεύραν όργανα, τα οποία εξέφραζαν τις αντίστοιχες θεωρητικές προβλέψεις, αλλά επιπλέον, είχαν ως αποτέλεσμα και την ανάπτυξη διάφορων επαγγελμάτων, όπως π.χ. του ωρολογοποιού και του χαράκτη, αλλά και μεθόδων για τη μέτρηση του χρόνου, τον προσδιορισμό των βασικών χρονομετρικών μονάδων, τη χρησιμοποίηση των αστερισμών στα θαλασσινά ταξίδια, την επινόηση διάφορων συστημάτων σφαιρικών συντεταγμένων κ.ά.

Από τα πιο σημαντικά αστρονομικά όργανα των αρχαίων Ελλήνων είναι ο *Αστρολάβος*, ο *Γνώμων*, το *Ηλιακό Ρολόι*, η *Ουράνια Σφαίρα* και ο *Μηχανισμός των Αντικυθήρων*.

Ο αστρολάβος ήταν όργανο χρησιμοποιούμενο για τον καθορισμό του *ύψους* των αστερών και ιδιαίτερα του Ηλίου και της Σελήνης από τον ορίζοντα ενός τόπου. Διακρίνονται δύο είδη αστρολάβων, οι *επίπεδοι* και οι (πιο συνηθισμένοι) *σφαιρικοί*. Ο σφαιρικός αστρολάβος αποτελείται από πέντε κύκλους, από τους οποίους οι τρεις κινούνται και οι δύο παραμένουν ακίνητοι. Από τους δύο ακίνητους κύκλους, κάθετους μεταξύ τους, ο ένας καλεΐται *κατακόρυφος* και ο άλλος *εκλειπτικός*. Με το όργανο αυτό μετρούνταν οι *εκλειπτικές συντεταγμένες* των ουράνιων αντικειμένων. Εξάλλου, ο επίπεδος είναι ένας απλός δίσκος διαμέτρου περίπου 15 cm. Είχε έναν κύκλο διηρημένο σε *μοίρες* και στο κέντρο του δίσκου προσαρμοσμένο ένα *γωνιόμετρο*. Οι αστρολάβοι εφευρέθηκαν πριν από τον 2ο π.Χ. αιώνα και, αργότερα, κατά το 10ο μ.Χ. αιώνα, τελειοποιήθηκαν από τους Άραβες. Οι αστρολάβοι χρησιμοποιήθηκαν από την εποχή του Πτολεμαίου και του Ιππάρχου μέχρι και τον 17ο μ.Χ. αιώνα. Σήμερα οι αστρονομικοί αστρολάβοι είναι όργανα μεγάλης ακρίβειας.

Εξάλλου, ο γνώμων είναι αστρονομικό όργανο για τη μέτρηση του χρόνου, το οποίο

εισήχθη το 2000 π.Χ., πιθανότατα από τους Σίνες και το οποίο χρησιμοποίησαν οι Ασσύριοι, Βαβυλώνιοι, Χαλδαίοι, Φοίνικες, Εβραίοι, Αιγύπτιοι και Έλληνες. Ο γνώμων αποτελείται από έναν κατακόρυφο πάσσαλο ή, γενικώς, στύλο στερεωμένο στο οριζόντιο έδαφος ή άλλη οριζόντια επιφάνεια. Η σκιά που ρίχνει ο στύλος χρησιμεύει για τον καθορισμό πολλών αστρονομικών φαινομένων και γεωγραφικών στοιχείων. Έτσι ο γνώμων χρησιμεύει για τον καθορισμό της *μεσημβρινής γραμμής* ενός τόπου, δηλαδή της διεύθυνσης Βορρά-Νότου και κατά συνέπεια των υπόλοιπων *γεωγραφικών σημείων* του οριζοντία του τόπου (Ανατολή, Δύση). Η μεσημβρινή γραμμή δείχνεται από τη σκιά του γνώμονα κατά τη στιγμή της μεσημβρίας στο συγκεκριμένο τόπο. Επίσης, χρησιμεύει για τον προσδιορισμό της *ακριβούς διάρκειας του έτους* και των χρονικών στιγμών έναρξης των εποχών. Οι αρχαίοι με το όργανο αυτό υπολόγιζαν το *γεωγραφικό πλάτος* του τόπου τους κι ακόμη τις *διαστάσεις της Γης*, ενώ από τη μελέτη της σκιάς υπολόγιζαν την *απόκλιση του Ηλίου* και τη *λόξωση της εκλειπτικής*. Εκεί, όπου και σήμερα βρίσκεται εφαρμογή ο γνώμων, είναι τα *ηλιακά ρολόγια*, διότι, αν σημειωθεί η διεύθυνση την οποία ακολουθεί η σκιά του γνώμονα κατά τη διάρκεια της ημέρας, είναι δυνατό να κατασκευασθεί ένα *φυσικό ρολόι*. Τέτοια ρολόγια χρησιμοποιούσαν οι αρχαίοι Έλληνες σε μεγάλη έκταση.

Τέλος, ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι ένας πολύπλοκος ωρολογιακός μηχανισμός, που χρησιμοποιούνταν για αστρονομικούς και ημερολογιακούς μηχανισμούς, περιείχε περισσότερους από τριάντα οδοντωτούς τροχούς, έξυπνα τοποθετημένους, και προφανώς σ' αυτόν γίνεται εφαρμογή των μηχανισμών μεταφοράς της κίνησης με οδοντωτούς τροχούς. Τέτοιοι μηχανισμοί θεωρούνται οι πρόδρομοι των σημερινών ρολογιών και υπολογιστικών μηχανών. Όμως, για την κατασκευή τέτοιων πολύπλοκων οργάνων απαιτείται ανεπτυγμένη γεωμετρική αίσθηση. Δηλαδή, πέρα από τις γνώσεις πρακτικής γεωμετρίας, οι οποίες χαρακτήριζαν άλλους παραποτάμιους πολιτισμούς, απαιτούνταν λεπτές έννοιες, οι οποίες στο πλαίσιο της Ευκλείδειας γεωμετρίας πήραν τη μορφή θεωρημάτων ύπαρξης και οδήγησαν σε υψηλή τεχνολογία, χαρακτηριζόμενη από υψηλή διανόηση, αφηρημένη επιστημονική σκέψη και μαθηματική επιδεξιότητα.

## ΙΩΝΕΣ ΦΙΛΟΣΟΦΟΙ, ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΗΛΙΟΚΕΝΤΡΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ

Είναι αξιοσημείωτο ότι η κατασκευή πολύπλοκων και έξυπνων μηχανισμών και οργάνων καθώς και η συνακόλουθη επιστημονική πρόοδος, θα έλεγα *επιστημονική επανάσταση*, συνέβη στην Ιωνία και όχι σε κάποια από τις μεγάλες πόλεις των αρχαίων πολιτισμών της Ινδίας, Αιγύπτου, Βαβυλωνίας, Κίνας ή Μεσοαμερικής. Η Ιωνία είχε πολλά πλεονεκτήματα. Κατ' αρχήν, ήταν ένα νησιωτικό βασίλειο και είναι γνωστό ότι η απομόνωση, έστω και η ατελής, γεννά την ποικιλία. Λόγω των πολλών νησιών της, χαρακτηριζόταν από μια ποικιλία πολιτικών συστημάτων. Δεν υπήρχε δύναμη που θα μπορούσε να επιβάλει κοινωνική και πνευματική ομοιομορφία σε όλα τα νησιά και έτσι έγινε δυνατή η ελεύθερη έρευνα και αναζήτηση. Σε αντίθεση με άλλους λαούς, οι Ίωνες βρίσκονταν στο σταυροδρόμι πολιτισμών και όχι στο κέντρο ενός πολιτισμού, πράγμα που έκανε δυνατή την ευρεία διάδοση της μόρφωσης. Οι σκέψεις και οι ιδέες πολλών ήταν διαθέσιμες για συζήτηση, σχολιασμό και αμφισβήτηση. Εξάλλου, η πολιτική δύναμη βρισκόταν στα χέρια εμπόρων που κατά ενεργό τρόπο προωθούσαν την απαραίτητη, για την επιτυχία των σκοπών τους, τεχνολογία.

Ήταν ακριβώς η Ανατολική Μεσόγειος, όπου οι μεγάλοι πολιτισμοί συναντήθηκαν και αλληλοεπηρεάστηκαν μέσα σε ένα πνεύμα έντονης και κατά μέτωπο αντιπαράθεσης προκαταλήψεων, γλωσσών, ιδεών και θεών. Έτσι εμφανίστηκε η μεγάλη ιδέα, η συνειδητοποίηση του γεγονότος ότι είναι δυνατή η γνώση του κόσμου χωρίς την *εκ των προτέρων παραδοχή της ύπαρξης των θεών* και του ότι πρέπει να υπάρχουν αρχές, δυνάμεις, φυσικοί νόμοι που μπορούν να κατανοηθούν χωρίς να είναι απαραίτητο π.χ. η πτώση ενός πουλιού να αποδοθεί στην απευθείας παρέμβαση του Δία. Η Ιωνία, λοιπόν, ήταν ο *τόπος όπου γεννήθηκε η επιστήμη* και όπου, μεταξύ 600 και 400 π.Χ. συνέβη η μεγάλη επανάσταση στην ανθρώπινη σκέψη. Το κλειδί για την επανάσταση ήταν το χέρι, η χειρωνακτική εργασία, το πείραμα, η παρατήρηση, αφού μερικοί από τους λαμπρούς

Ίωνες στοχαστές ήταν παιδιά ναυτικών, αγροτών, υφαντών, συνηθισμένοι στη χειρωνακτική εργασία, σε αντίθεση με τους ιερείς και γραφείς των άλλων εθνών, οι οποίοι είχαν μεγαλώσει μέσα στην πολυτέλεια και ήταν απρόθυμοι να “λερώσουν τα χέρια τους”. Στο πλαίσιο μιας σύντομης ομιλίας, δεν είναι δυνατή ούτε η απλή σκιαγράφηση της επιστημονικής συνεισφοράς στην επιστήμη και ειδικότερα στην Αστρονομία, που έκαναν οι Θαλής, Αναξίμανδρος, Πυθαγόρας, Αναξαγόρας, Εμπεδοκλής, Ιπποκράτης, Δημόκριτος, Πλάτων, Αριστοτέλης, Ευκλείδης, Αρίσταρχος, Αρχιμήδης, Ερατοσθένης, Ίππαρχος, Πτολεμαίος, Υπατία (όλοι στην περίοδο 650-450 π.Χ.). Τελειώνοντας, θα ήθελα από όλους αυτούς να αναφερθώ μόνο σε δύο, οι οποίοι συνεισέφεραν ιδιαίτερα στη διαμόρφωση της σύγχρονης αστρονομικής και κοσμολογικής επιστήμης, τους Αρίσταρχο και Ερατοσθένη.

Ο Ερατοσθένης ο Κυρηναίος, της Αλεξανδρινής Σχολής, συνεισέφερε σημαντικά στη διαπίστωση (3ος π.Χ. αιώνας) ότι η θεωρούμενη επίπεδη Γη είναι ένας μικρός, σφαιρικός κόσμος και ταυτόχρονα υπολόγισε την ακτίνα και, κατά συνέπεια, το μήκος της περιφέρειας της Γης, ίσο με 40.000 Km, με το εκπληκτικά μικρό λάθος υπολογισμού 2%. Δίκαια, λοιπόν, ο Ερατοσθένης θεωρείται ο δημιουργός της Μαθηματικής Γεωγραφίας αλλά και ο “Πατέρας της Γεωδαισίας”, αφού η μέθοδός του χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα από τους γεωδαίτες.

Εξάλλου, ο Αρίσταρχος, αστρονόμος, μαθηματικός και γεωμέτρης της Αλεξανδρινής Σχολής, γεννήθηκε στη Σάμο και έζησε στις αρχές του 3ου π.Χ. αιώνα (310-230 π.Χ.). Ο Αρίσταρχος υπήρξε ο εισηγητής, κήρυκας και υποστηρικτής της ριζοσπαστικής, για την εποχή του, *ηλιοκεντρικής θεωρίας*. Κεντρικής σημασίας στο σημείο αυτό, είναι το γεγονός ότι οι φαινόμενες (από τη Γη) κινήσεις των πλανητών είναι αποτέλεσμα συνδυασμού των κινήσεων των πλανητών και της Γης ως προς τον Ήλιο. Άρα, για έναν γήινο παρατηρητή, η φαινόμενη κίνηση ενός πλανήτη είναι περιοδικά *ορθή* (δηλαδή ο πλανήτης φαίνεται να κινείται κατά τη διεύθυνση κίνησης της Γης) και κατόπιν *ανάδρομη*. Ακριβώς για να εξηγήσουν αυτή τη φαινόμενη κίνηση των πλανητών, όπως και του Ηλίου και της Σελήνης (“Σώζειν τά φαινόμενα”, όπως αναφέρει ο Πλούταρχος στο έργο του “Περί του εμφανιζόμενου προσώπου τω κύκλω της Σελήνης”) επινόησαν το *γεωκεντρικό σύστημα* (ή *Πτολεμαϊκό σύστημα*, από το όνομα του Κλαυδίου Πτολεμαίου) του κόσμου. Όπως ήδη αναφέραμε, στο πλαίσιο του γεωκεντρικού συστήματος, οι πλανήτες κινούνται περί τη Γη κατά το σύστημα των επικύκλων. Δηλαδή, ο πλανήτης κινείται ομαλά σε κυκλική τροχιά γύρω από το κέντρο του επικύκλου, το οποίο (κέντρο) με τη σειρά του κινείται ομαλά σε κυκλική τροχιά με κέντρο σχεδόν ταυτιζόμενο με τη Γη. Με τον τρόπο αυτό, οι αρχαίοι αναπαρέστησαν τις φαινόμενες κινήσεις των πλανητών (ορθή και ανάδρομη). Αυτό το πολύπλοκο και θαυμαστό σύστημα αποτελούσε το απόλυτα δεκτό σύστημα του κόσμου.

Στην πραγματικότητα οι πλανήτες εκτελούν ελλειπτικές, περί τον Ήλιο, κινήσεις, γι’ αυτό και η υπόθεση των ομοιόμορφων, κυκλικών κινήσεων δεν απέδιδε την πραγματικότητα. Οι παρατηρούμενες διαφορές, γνωστές στους αρχαίους, έμεναν ανεξήγητες. Φαινόμενα, όπως αυτά, όχι μόνο λύνονται κατά απλό τρόπο, αλλά αποδεικνύονται και ως φυσική αναγκαιότητα, αν, σύμφωνα με το ηλιοκεντρικό σύστημα του Αρίσταρχου, ο Ήλιος τοποθετηθεί εκεί όπου οι αρχαίοι πίστευαν ότι βρίσκεται η Γη.

Η πραγματεία του Αρίσταρχου έχει τον τίτλο “Περί μεγεθών και αποστημάτων του Ηλίου και της Σελήνης”, αλλά το χειρόγραφο της πραγματείας αυτής χάθηκε. Το γεγονός όμως ότι η πραγματεία αυτή είχε γραφεί, μαρτυρείται κατά ένα αδιαμφισβήτητο τρόπο από διάφορους αρχαίους συγγραφείς. Έτσι ο Αρχιμήδης στη μαθηματική πραγματεία του “Ψαμμίτης” γράφει: “*Αρίσταρχος ο Σάμιος υποτίθεται γαρ τα μιν απλανέα των άστρων και τον Άλιον μένειν ακίνητον, ταν δε Γαν περιφέρεσθαι περί τον Άλιον κατά κύκλον περιφέρειαν, ος έστιν εν μέσω τω δρόμω κείμενος*”. Επίσης, ο Στοβαίος στο σύγγραμμά του περί Φυσικής γράφει: “*Αρίσταρχος τον Ήλιον ίστησι*”. Τέλος, ο Πλούταρχος στο έργο του “Περί αρεσκόντων τοις Φιλοσόφοις” αναφέρει: “*Αρίσταρχος τον Ήλιον ίστησι μετά των απλανών, την δε Γην κινεί περί τον ηλιακόν κύκλον, εξελίτεσθαι δε κατά λοξού κύκλου την Γην, άμα δε και περί τον αυτής άξονα δινουμένην και κατά τας ταύτης εγκλίσεις σκιάζεσθαι τον δίσκον*”. Συνεπώς, δεν υπάρχει αμφιβολία για την πατρότητα της ηλιοκεντρικής θεωρίας.

Επι πλέον ο Αρίσταρχος είναι ο εφευρέτης του *σκαπίου*, δηλαδή μιας μορφής ηλιακού ρολογιού και επι πλέον επινόησε μια πολύ αξιόλογη μέθοδο προσδιορισμού των *σχετικών αποστάσεων του Ηλίου* και της Σελήνης από τη Γη, όπως και των *σχετικών διαστάσεων* των τριών αυτών σωμάτων. Ίσως η ανακάλυψη ότι η διάμετρος του Ηλίου είναι εικοσαπλάσια της σεληνιακής διαμέτρου, σε συνδυασμό με το ότι η απόσταση του Ηλίου από τη Γη είναι εικοσαπλάσια της απόστασης της Σελήνης από τη Γη, οδήγησαν τον Αρίσταρχο στο συμπέρασμα ότι ο Ήλιος και όχι η Γη αποτελεί το *κέντρο* του κόσμου. Είναι, λοιπόν, φανερό ότι ο Αρίσταρχος είχε την ικανότητα γεωμετρικής θεώρησης των ουράνιων φαινομένων και ότι ήταν ένας επιδέξιος παρατηρητής του ουρανού.

Από όλα τα ανωτέρω προκύπτει ότι ο Αρίσταρχος πρώτος εισηγήθηκε τη δεκτή σήμερα ηλιοκεντρική θεωρία και θεμελίωσε την Αστρονομία πάνω στη λογική σκέψη. Δυστυχώς για την ηλιοκεντρική θεωρία, θερμοί υποστηρικτές της γεωκεντρικής θεωρίας με εισηγητή τον επίσης Σάμιο Πυθαγόρα, ήταν επιστήμονες του κύρους του Αριστοτέλη, του Ίππαρχου, του Πτολεμαίου κ.ά. Συνεπώς, η επαναστατική ιδέα του Αρίσταρχου δεν ήταν δυνατό να γίνει δεκτή. Έπεσε στη λήθη των ανθρώπων, χωρίς όμως να ξεχαστεί εντελώς, μέχρι την εποχή της Αναγέννησης, οπότε, το 1543 μ.Χ., δηλαδή περίπου δύο χιλιετίες αργότερα, δικαιώθηκε από το Πολωνό αστρονόμο Nicolaus Copernicus. Αν και ο Copernicus ανέσυρε από την αφάνεια την ηλιοκεντρική θεωρία, επαναλαμβάνοντας έτσι τις ιδέες του Αρίσταρχου, εν τούτοις φέρεται σήμερα ως ο εισηγητής της ηλιοκεντρικής θεωρίας, μάλιστα δε το δεκτό σήμερα ηλιοκεντρικό σύστημα εξακολουθεί να ονομάζεται “Κοπερνίκειο” και όχι “Αριστάρχειο”, όπως θα έπρεπε. Είναι αλήθεια ότι ο Copernicus γνώριζε τις απόψεις του Αρίσταρχου. Αυτό πιστοποιείται από ένα σωζόμενο απόσπασμα του χειρογράφου της πραγματείας του Copernicus “De Revolutionibus Orbium Coelestium”, που σήμερα φυλάσσεται στη βιβλιοθήκη του πανεπιστημίου της Βαρσοβίας. Σ’ αυτό φαίνεται διαγραμμένη (από τον ίδιο τον Copernicus ή από τον εκδότη του βιβλίου;) η παράγραφος που αναφέρεται στην πραγματεία του Αρίσταρχου και η οποία κατά ένα παράδοξο τρόπο δεν έχει συμπεριληφθεί στην τυπωμένη έκδοση της πραγματείας του που παρουσιάστηκε το 1543 μ.Χ. Αυτό χαρακτηρίζεται από μερικούς ως λογοκλοπή, ενώ άλλοι θεωρούν την παράλειψη αναφοράς, ιδιαίτερα στον Αρίσταρχο, ως έλλειψη θάρρους ή δειλία. Ο Copernicus δεν είναι ο εισηγητής αλλά απλώς ο ανακαινιστής της ηλιοκεντρικής θεωρίας, η δε πατρότητα της θεωρίας αυτής ανήκει αποκλειστικά και πρωτότυπα στον Αρίσταρχο. Ίσως θα μπορούσε να πει κανείς ότι η προσωπική συνεισφορά του Copernicus βρίσκεται κυρίως στο ότι εισήγαγε το γεωμετρικό μηχανισμό του γεωκεντρικού συστήματος του Πτολεμαίου στο ηλιοκεντρικό σύστημα του Αρίσταρχου.

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Όταν ο εκ των Κλαζομένων φιλόσοφος Αναξαγόρας (450 π.Χ.) , ο αποκαλούμενος Νους, ρωτήθηκε ποιος είναι ο σκοπός της ζωής του, απάντησε “Η διερεύνηση του Ηλίου, της Σελήνης και του Ουρανού”, όπως θα απαντούσε ένα πραγματικός αστρονόμος. Και απ’ αυτή την απάντηση φαίνεται το πάθος για την επιστήμη, το πάθος που ήταν αρκετό, ώστε ο Ερατοσθένης να φθάσει στα συμπεράσματά του χρησιμοποιώντας ως μόνα εργαλεία ράβδους, μάτια, πόδια αλλά και μυαλό με απλότητα σκέψης, με επινοητικότητα και με αίσθηση πειράματος. Με τον τρόπο αυτό η επιστήμη θεμελιώθηκε στη λογική σκέψη, απορρίφθηκε η δεισιδαιμονία και η προώθησή της ως ανάγκη, πολιτική ή όχι, και οι Ίωνες έφθασαν στο τεχνολογικό και επιστημονικό θαύμα τους, που επηρέασε αποφασιστικά τη σύγχρονη επιστήμη.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Asfaque, S.M., *Η Αρχή της Αστρονομίας και η Συμβολή των Αρχαίων Ελλήνων*, Διδακτορική Διατριβή (Επιβλέπων: Μ. Ανδρόνικος), Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 1977.
- Βιτρούβιος, *Δέκα Βιβλία*, (Απόδοση-Επιμέλεια Σ.Χ. Ζερεφός), Εκδόσεις Παρατηρητής, Θεσσαλονίκη 1997.
- De Solla Price, D., *Γρανάζια από τους Έλληνες: Ο Μηχανισμός των Ανικυθήρων* (Προλεγόμενα-Απόδοση: Ν.Α. Οικονόμου), Εκδόσεις Τεχνικού Μουσείου Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 1997.
- Koral, Z., «Ο Αρίσταρχος ο Σάμιος και το Πρότυπο του Ηλιακού Συστήματος», *Σαμιακή Επιθεώρηση*, τόμος ΣΤ', τεύχος 24, 1979.
- Layzer, D., *Constructing the Universe*, Scientific American Library, New York 1984.
- Rosen, E., «Copernicus' Place in the History of Astronomy», *Sky and Telescope*, Vol. 45, Nr. 2, 1973, 72-75.
- Sagan, C., *Cosmos*, Wings Books, New York 1980.
- Sagan, C., *Pale Blue Dot : A Vision of the Human Future in Space*, Random House, New York 1994.
- Σπύρου, Ν. Κ., «Αρίσταρχος ο Σάμιος: Θεμελιωτής της Αστρονομίας», *Ευκλείδης Β'* (Ελληνική Μαθηματική Εταιρεία), Τεύχη 1 και 2, Περίοδος 1980-81.
- Σπύρου, Ν. Κ., «Σύγχρονες Απόψεις για το Σύμπαν», *Πρακτικά των εργασιών του "Ανοικτού Πανεπιστημίου Λήμνου" Τέταρτη Περίοδος, 1996*, Έκδοση: Σύλλογος Λημνίων Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 1997.
- Χρησιτίδης, Θ., *Χάος και Πιθανολογική Αιτιότητα : Μεταξύ Προκαθορισμού και Τύχης (Μια σπουδή των φυσικών εννοιών και αρχών)*, Εκδόσεις Βάνιας, τρίτο βιβλίο της σειράς "Φιλοσοφία και Επιστήμη", Θεσσαλονίκη 1997.

## SUMMARY

### SCIENTIFIC INSTRUMENTS, OBSERVATIONS AND THEIR IMPORTANCE IN ASTRONOMY OF ANCIENT GREEKS

---

N. K. SPYROU

A brief presentation is attempted of the main astronomical instruments and observations in ancient Greece, with particular emphasis on the development of the first cosmological models and, more generally, of the astronomical science.