

Ο Αρίσταρχος στο έργο του T. S. Kuhn

Κωνσταντίνος Δ. Σκορδούλης

Τομέας Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Ο T. S. Kuhn είναι γνωστός ευρύτερα για τη θεωρία του των «Επιστημονικών Επανάστασεων» όπου περιγράφεται η διαδικασία εξέλιξης και αντικατάστασης των επιστημονικών θεωριών. Στην εισήγησή μας εξετάζουμε το πως ο Kuhn αντιμετωπίζει τη διαδικασία αλλαγής επιστημονικού παραδείγματος, και συγκεκριμένα το πέρασμα από το γεωκεντρικό μοντέλο του Πτολεμαίου στο ηλιοκεντρικό μοντέλο του Κοπέρνικου. Επικεντρωνόμαστε στην ανάλυση των λόγων που σύμφωνα με την άποψή του Kuhn εμπόδισαν την αλλαγή παραδείγματος την εποχή του Αρίσταρχου. Σε τελική ανάλυση, αντιμετωπίζεται το ερώτημα γιατί δεν υιοθετήθηκε το ηλιοκεντρικό σύστημα την εποχή του Αρίσταρχου, αλλά την εποχή του Κοπέρνικου.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από το 1947, ο J. B. Connant, πρόεδρος του Harvard University και υπεύθυνος της Προπτυχιακής Γενικής Εκπαίδευσης έχει αρχίσει να διαμορφώνει μια προσέγγιση για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών με βάση την ιστορία τους¹. Ο J. B. Connant το 1957 παρουσίασε το Harvard Case Histories in Experimental Science² το οποίο αποτέλεσε διδακτικό εγχειρίδιο σε πολλά προγράμματα διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Το Harvard Case Histories in Experimental Science ήταν το αποτέλεσμα ομαδικής εργασίας στην οποία συμμετείχε και ο T. Kuhn. Είναι χαρακτηριστικό ότι ο T.

¹ J. B. Connant, (1947), *On Understanding Science: An Historical Approach*, Yale University Press

² J. B. Connant, (1957), (ed.), *Harvard Case Histories in Experimental Science*, 2 vols, Harvard University Press

Kuhn έγραψε: «Ο Copernant με εισήγαγε στην Ιστορία της Επιστήμης και με αυτόν τον τρόπο παρακίνησε το μετασχηματισμό της αντίληψής μου για τη φύση της επιστημονικής εξέλιξης»³.

Το 1947 ο Τ. Κουν δίδαξε μια σειρά μαθημάτων ιστορίας της επιστήμης στους προπτυχιακούς φοιτητές γενικής κατεύθυνσης του Πανεπιστημίου του Χάρβαρντ. Από τη σειρά αυτή των διαλέξεων προέκυψε το βιβλίο «Η Κοπερνίκεια Επανάσταση»⁴ που εκδόθηκε το 1957 από τον ομώνυμο εκδοτικό οίκο. Στην «Κοπερνίκεια επανάσταση» γίνεται αρκετές φορές αναφορά στον Αρίσταρχο και το έργο του εξετάζεται με μεγάλη λεπτομέρεια στις τελευταίες σελίδες του βιβλίου όπου υπάρχει το τεχνικό παράρτημα.

Αργότερα, το 1962, όταν εκδόθηκε η «Δομή των Επιστημονικών Επαναστάσεων»⁵, το βιβλίο «Η Κοπερνίκεια Επανάσταση» χρησίμευσε ως πηγή αναφορών και παραδειγμάτων ώστε ο Κουν να θεμελιώσει τη θεωρία των επιστημονικών επαναστάσεων. Και στη «Δομή των Επιστημονικών Επαναστάσεων» αναλύονται με λεπτομέρεια οι λόγοι που δεν υιοθετήθηκε το ηλιοκεντρικό σύστημα του Αρίσταρχου.

Η ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΤΟΥ ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΥ ΣΤΗΝ «ΚΟΠΕΡΝΙΚΕΙΑ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ»

Το βιβλίο «Η Κοπερνίκεια Επανάσταση» αρχίζει με την εισαγωγή του Copernant και αποτελείται από συνολικά επτά κεφάλαια και ένα τεχνικό παράρτημα όπου αναλύεται λεπτομερώς το μοντέλο και οι μαθηματικοί υπολογισμοί του Αρίσταρχου. Στην Εισαγωγή του, ο Copernant αναφέρει ότι ο Kuhn, με την εργασία του, δεν έκανε τη σχετικά εύκολη εργασία να παρουσιάσει την ανάπτυξη της αστρονομίας στη διάρκεια της «επαναστατικής» περιόδου. Αντιμετώπισε ερωτήσεις, όπως γιατί σπουδαίοι μελετητές της φύσης καθυστέρησαν στην αποδοχή της ηλιοκεντρικής θεώρησης του πλανητικού μας συστήματος. Οι αλλαγές στις απόψεις για τη δομή του κόσμου απεικονίζονται στις σελίδες του βιβλίου και έχουν άμεσες επιπτώσεις στην προοπτική κάθε μορφωμένου ανθρώπου της εποχής μας.

Το περιεχόμενο του βιβλίου δείχνει τη βαθιά σημασία αυτής της ιδιαίτερης αστρονομικής επανάστασης: Συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο

³ T. S. Kuhn, (1959), *The Essential Tension: Tradition and Innovation in Scientific Research* reprinted in his *The Essential Tension*, University of Chicago Press, 1977, pp.225-239

⁴ T. S. Kuhn, (1957), *The Copernican Revolution*, Harvard University Press

⁵ T. S. Kuhn, (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: The University of Chicago Press. Ελληνική έκδοση: *Η Δομή των Επιστημονικών Επαναστάσεων*, Θεσσαλονίκη: Σύγχρονα Θέματα, 1981

(«Το αρχαίο σύμπαν των δύο σφαιρών») ο Kuhn εξετάζει την επίδραση της θεωρίας του Κοπέρνικου στη δυτική σκέψη. Αναπτύσσει τις απόψεις των αρχαίων κοσμολογιών για τον ουρανό, τη «φαινομενική» κίνηση του Ήλιου και των αστερών, την κοσμολογία του σύμπαντος των δύο σφαιρών και αναλύει γιατί ήταν φυσικό στον αρχαίο κόσμο η Γη να θεωρείται ακίνητη. Στη σελίδα 42 του κεφαλαίου υπάρχει η πρώτη αναφορά στον Αρίσταρχο, όπου περιγράφονται οι εναλλακτικές κοσμολογίες της αρχαιότητας (Πυθαγόρειοι, Ηρακλείδης Ποντικός και Αρίσταρχος). Οι κοσμολογίες αυτές είχαν κοινό το ότι μιλούσαν για κινούμενη Γη (όχι κατ' ανάγκη για ηλιοκεντρικό σύστημα). Η ανάλυση των λόγων που οι συγκεκριμένες εναλλακτικές κοσμολογίες των αρχαίων δεν επικράτησαν παρόλο που αποτέλεσαν έναυσμα για όλους τους μετέπειτα νεωτεριστές, όπως για παράδειγμα ο Κοπέρνικος, είναι ο βασικός πυρήνας αυτής της εργασίας και γίνεται σε ιδιαίτερη παράγραφο.

Στο δεύτερο κεφάλαιο («Το πρόβλημα των πλανητών») αναπτύσσονται οι θεωρίες των αρχαίων ελλήνων για την κίνηση και τον προσδιορισμό της θέσης των πλανητών στο σύμπαν των δύο σφαιρών. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην Πτολεμαϊκή Αστρονομία και στα προβλήματα που παρουσίαζε το Πτολεμαϊκό μοντέλο στην ερμηνεία των παρατηρήσεων που είχε στη διάθεσή του ο Κοπέρνικος.

Στο τρίτο κεφάλαιο («Το σύμπαν των δύο σφαιρών στην Αριστοτελική σκέψη») παρουσιάζεται η θεωρία του Αριστοτέλη για το σύμπαν και τις απόψεις για την κίνηση, το χώρο και τη λαμπρότητα του ουρανού.

Στο τέταρτο κεφάλαιο («Από τον Αριστοτέλη στον Κοπέρνικο») περιγράφεται η κατάσταση των επιστημών στην Ευρώπη, στο τέλος του Μεσαίωνα καθώς και η σχέση της Αστρονομίας με την ηγεμονεύουσα θεολογική άποψη. Αναλύονται τα προβλήματα της Αστρονομίας που στηρίζεται στην Αριστοτελική - Πτολεμαϊκή παράδοση και το πώς προετοιμάζεται η υποδοχή της θεωρίας του Κοπέρνικου.

Στο πέμπτο κεφάλαιο («Η καινοτομία του Κοπέρνικου») παρουσιάζεται η Κοπερνίκεια αστρονομία, τονίζεται η αρμονία και η απλότητα του σύμπαντος του Κοπέρνικου καθώς και ότι αυτή αποτελεί την αφετηρία ενός νέου τρόπου σκέψης και επίλυσης των προβλημάτων. Στη σελίδα 144, ο Kuhn επανέρχεται στον Αρίσταρχο, σε μια προσπάθεια σύγκρισης των επιτευγμάτων του Κοπέρνικου με αυτά του Αρίσταρχου, τονίζοντας ότι το μαθηματικό μοντέλο του Κοπέρνικου ήταν εκείνο που έλυσε συγκεκριμένα αστρονομικά προβλήματα τα οποία δεν είχαν εμφανιστεί την εποχή του Αρίσταρχου. Στη σελίδα 160 του ίδιου κεφαλαίου γίνεται αναφορά στην μέτρηση της απόστασης γης-ηλίου από τον Αρίσταρχο.

Το έκτο κεφάλαιο ασχολείται με την «Αφομοίωση της Κοπερνίκειας Αστρονομίας». Γίνεται ανάλυση των βελτιώσεων και παρεμβάσεων του Κέπλερ και του Γαλιλαίου, αναφέρεται εκτενώς το σύστημα του Tycho Brahe και η επικράτηση του μηχανοκρατικού Νευτώνειου σύμπαντος.

Στο έβδομο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η μορφή του «Νέου Σύμπαντος», η οποία ξεκίνησε από τον Κοπέρνικο και ολοκληρώθηκε με την παρέμβαση του Νεύτωνα καθώς και τα νέα προβλήματα που έθεσε η θεωρία του Κοπέρνικου και που ζητούσαν επειγόντως λύση.

ΟΙ ΑΡΧΑΙΕΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΕΣ ΤΗΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΗΣ ΓΗΣ

Το βασικό ερώτημα που μας απασχολεί σ' αυτή την εργασία είναι το γιατί δεν υιοθετήθηκαν οι εναλλακτικές κοσμολογίες της αρχαιότητας. Η πρώτη απάντηση που δίνει ο Kuhn είναι ότι αυτές οι εναλλακτικές κοσμολογίες δεν υποστηρίχθηκαν από τα επιχειρήματα τα οποία τις κάνουν αποδεκτές σε μας σήμερα. Λόγω της απουσίας απαντήσεων σε συγκεκριμένα ερωτήματα απορρίφθηκαν από την συντριπτική πλειοψηφία των αστρονόμων της αρχαιότητας και του μεσαίωνα και σε ορισμένες περιπτώσεις γελοιοποιήθηκαν και αγνοήθηκαν.

Αυτές οι εναλλακτικές κοσμολογίες παραβιάζουν την πιο βασική ένδειξη που μας δίνουν οι αισθήσεις μας για τη δομή του σύμπαντος. Επιπλέον, η παραβίαση των εμπειρικών ενδείξεων δεν αντισταθμίζεται από μια βελτίωση της εξήγησης των φαινομένων.

Όλες αυτές οι εναλλακτικές κοσμολογίες παίρνουν την κίνηση της γης ως προϋπόθεση και με την εξαίρεση του συστήματος του Ηρακλείδη, παρουσιάζουν τη Γη να κινείται ως ένα σώμα από ένα μεγάλο αριθμό ουρανίων σωμάτων. Αλλά η πρώτη διάκριση που εισηγούνται οι αισθήσεις μας είναι αυτή που διαχωρίζει τη Γη από τον ουρανό. Η Γη δεν είναι μέρος της ουράνιας σφαίρας αλλά το βάθρο από το οποίο παρατηρούμε τον ουρανό. Η Γη δεν παρουσιάζει κοινά χαρακτηριστικά με τα ουράνια σώματα που παρατηρούνται από αυτή. Τα ουράνια σώματα φαίνονται ότι είναι λαμπερά σημεία, ενώ η Γη είναι μια τεράστια σφαίρα από λάσπη και βράχο. Στους ουρανόσους δεν παρατηρείται καμιά αλλαγή. Τα άστρα φαίνονται να είναι πάντα τα ίδια από τότε που υπάρχουν καταγεγραμμένα αρχεία. Αντίθετα η Γη είναι ο τόπος της αλλαγής: της γένεσης και της φθοράς. Φαίνεται παράλογο να καταστήσουμε τη Γη ένα από τα ουράνια σώματα των οποίων το βασικό χαρακτηριστικό είναι η σταθερότητα και η κανονικότητα.

Η ιδέα ότι η Γη κινείται, φαινόταν το ίδιο παράξενη ή και παράλογη. Η απλή εμπειρική θεώρηση δεν δίνει στοιχεία για την κίνηση της Γης. Χωρίς

την αντίστοιχη εκπαίδευση, η κοινή λογική μας λέει ότι αν η Γη κινιόταν τότε τα πουλιά, τα σύννεφα, και άλλα αντικείμενα που σχετίζονται με τη Γη θα παρέμεναν πίσω. Ένας άνθρωπος που αποφάσιζε να κάνει επιτόπιο άλμα θα κατέβαινε σε σημείο διαφορετικό από όπου το άλμα ξεκίνησε γιατί η Γη θα κινιόταν κάτω από αυτόν. Η απλοϊκή παρατήρηση και η απαίδευτη κοινή λογική δεν συνηγορούσαν υπέρ των εναλλακτικών κοσμολογιών της αρχαιότητας.

Ο Kuhn γράφει ότι σήμερα στο δυτικό κόσμο μόνο τα παιδιά επιχειρηματολογούν με αυτόν τον τρόπο για να υποστηρίξουν ότι η Γη είναι ακίνητη. Και οι δάσκαλοι των φυσικών επιστημών είναι εκείνοι που αναλαμβάνουν να εκπαιδεύσουν και να πείσουν τα παιδιά ότι η Γη είναι ένας πλανήτης.

Οι αρχαίοι έλληνες μπορούσαν μόνο να βασίζονται στην εμπειρία και στη λογική που εκείνη τη περίοδο δεν συνηγορούσαν υπέρ της κίνησης της Γης.

Χωρίς τη βοήθεια του τηλεσκοπίου ή/και των μαθηματικών επιχειρημάτων δεν μπορούν να παρουσιαστούν τεκμήρια για μια κινούμενη Γη. Οι παρατηρήσεις δια γυμνού οφθαλμού ταιριάζουν απόλυτα με την κοσμολογία των δύο σφαιρών.

Ο G. E. R. Lloyd στο βιβλίο του «Αρχαία Ελληνική Επιστήμη»⁶ και συγκεκριμένα στο κεφάλαιο «Ελληνικές Κοσμολογίες» αναφέρει ότι η Θεωρία του Αρίσταρχου ήταν μια πλήρης ηλιοκεντρική θεωρία που συνδύαζε τα δύο δόγματα της ημερήσιας αξονικής περιστροφής και της ετήσιας περιστροφής της γης γύρω από τον Ήλιο. Οι απόψεις του Αρίσταρχου δεν βρήκαν ανταπόκριση όχι μόνο μεταξύ των απλών ανθρώπων αλλά και ούτε μεταξύ των αστρονόμων. Υπάρχει μόνο ένας ακόμη αρχαίος αστρονόμος, ο Βαβυλώνιος Σέλευκος που υποστήριξε την ηλιοκεντρική θεωρία. Οι λόγοι είναι σύνθετοι και τουλάχιστον στην περίπτωση των αστρονόμων η θρησκεία έπαιξε μικρό ή και μηδενικό ρόλο.

Τα επιχειρήματα εναντίον της αξονικής περιστροφής και της ηλιοκεντρικότητας συνοψίζονται ως εξής:

- Το φυσικό επιχείρημα των παρατηρούμενων αποτελεσμάτων της βαρύτητας στη Γη
- Η φυσική ένσταση ότι αν και η ταχύτητα περιστροφής της γης είναι

⁶ G. E. R. Lloyd, (1991), *Methods and Problems in Greek Science*, Cambridge University Press, Ελληνική Έκδοση: *Αρχαία Ελληνική Επιστήμη: Μέθοδοι και Προβλήματα*, Εκδόσεις Αλεξάνδρεια, Αθήνα 1996, σελ. 268-270

πολύ μεγάλη κανένα αποτέλεσμα στα αντικείμενα που κινούνται στον αέρα δεν είχε παρατηρηθεί

- Η φαινομενική απουσία αστρικής παράλλαξης, μεταβολής δηλαδή στις σχετικές θέσεις των αστερών όπως φαίνονται από τη Γη σε διαφορετικά σημεία της τροχιάς της
- Η ηλιοκεντρικότητα από μόνη της δεν εξηγεί το πρόβλημα που είχε απασχολήσει τους αστρονόμους στα μέσα του 4^{ου} αιώνα, αυτό της ανισότητας των εποχών
- Η ηλιοκεντρικότητα ήταν ανεπαρκής και άνευ σημασίας για την επίλυση των ανωμαλιών στην κίνηση της σελήνης.

Σ' αυτά τα επιχειρήματα ο Lindberg⁷ συμπληρώνει ότι όλα τα παρατηρησιακά πλεονεκτήματα που μπορεί να διέθετε η υπόθεση του Αρίσταρχου (για παράδειγμα, η ικανότητά της να εξηγεί μεταβολές της φωτεινότητας των πλανητών) ήταν διαθέσιμα και στα άλλα συστήματα τα οποία δεν έρχονταν σε αντίθεση με την παραδοσιακή κοσμολογία.

Συνοπτικά, η ηλιοκεντρικότητα ήταν γνωστή στην αρχαιότητα αλλά για μια σειρά από λόγους οι οποίοι φαίνονταν σοβαροί στο πλαίσιο της γνώσης εκείνης της εποχής προτιμήθηκε η γεωκεντρικότητα. Απλός κόσμος και αστρονόμοι τηρούσαν την κοινή παραδοχή ότι η Γη βρίσκεται στο κέντρο του σύμπαντος.

Η ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΚΟΠΕΡΝΙΚΕΙΑΣ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗΣ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζουμε και αναλύουμε την αναφορά του Kuhn στον Αρίσταρχο στο βιβλίο του η «Δομή των Επιστημονικών Επαναστάσεων». Η θεωρία του Kuhn για τις Επιστημονικές Επαναστάσεις χρησιμοποιεί ως εμπειρικά ιστορικά παραδείγματα, σε αρκετά μεγάλη έκταση, τα γεγονότα τα οποία περιγράφονται στο βιβλίο «Η Κοπερνίκεια Επανάσταση».

Κατά πρώτον θα σταθούμε στο κεφάλαιο «Οι Κρίσεις και η Ανάδυση των Επιστημονικών Θεωριών»⁸ όπου αναφέρεται ότι τον καιρό που το σύστημα του Πτολεμαίου, βρισκόταν σε φάση ανάπτυξης, (2^ο αιώνα π.Χ. μέχρι 2^ο αιώνα μ.Χ.), είχε καταπληκτικές επιτυχίες στην πρόβλεψη των μετα-

⁷ D. C. Lindberg, (1992), *The Beginnings of Western Science*, University of Chicago Press. Ελληνική Έκδοση: *Οι Απαρχές της Δυτικής Επιστήμης*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 1997, σελ. 136-138

⁸ T. S. Kuhn, (1981), *Η Δομή των Επιστημονικών Επαναστάσεων*, Θεσσαλονίκη: Σύγχρονα Θέματα, σελ. 139-141

βαλλόμενων θέσεων τόσο των άστρων όσο και των πλανητών. Ιδιαίτερα για τη θέση των πλανητών, οι προβλέψεις του Πτολεμαίου ήταν εξίσου καλές με τις προβλέψεις του συστήματος του Κοπέρνικου.

Οι προβλέψεις όμως στις όποιες κατέληγε το πτολεμαϊκό σύστημα, αν εξετάζονταν σε σχέση τόσο με τις θέσεις των πλανητών όσο και με τις μεταπτώσεις των ισημεριών, δεν κατάφερναν ποτέ να συμφωνήσουν πλήρως με τις διαθέσιμες παρατηρήσεις. Η συνεχής διόρθωση αυτών των μικρών ασυμφωνιών μεταξύ των θεωρητικών προβλέψεων και των εμπειρικών παρατηρήσεων αποτέλεσε ένα μεγάλο μέρος της αστρονομικής ερευνητικής δραστηριότητας για τους συνεχιστές του Πτολεμαίου. Για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, οι αστρονόμοι είχαν κάθε λόγο να πιστεύουν ότι αυτές οι προσπάθειες θα είχαν κάποιο αποτέλεσμα. Όταν συναντούσαν μια μερική ασυμφωνία, οι αστρονόμοι μπορούσαν να τη διορθώσουν, τροποποιώντας το πτολεμαϊκό μοντέλο.

Με την πάροδο του χρόνου όμως, αν κάποιος εξέταζε το τελικό αποτέλεσμα, θα παρατηρούσε ότι η πολυπλοκότητα του πτολεμαϊκού μοντέλου αυξάνε με πολύ ταχύτερο ρυθμό από την ακρίβεια του.

Σημειώνει ο Kuhn ότι τον 16^ο αιώνα, είχε πλέον γίνει κατανοητό ότι δεν ήταν δυνατό ένα σύστημα τόσο δύσχρηστο και τόσο ανακριβές, όσο είχε γίνει με τον καιρό το σύστημα του Πτολεμαίου, να αντιστοιχεί στο φυσικό κόσμο.

Πράγματι, στις αρχές του 16^{ου} αιώνα, ένας συνεχώς αυξανόμενος αριθμός ευρωπαίων αστρονόμων αναγνώριζε ότι το αστρονομικό Παράδειγμα δεν μπορούσε να εφαρμοστεί στα ίδια τα παραδοσιακά του προβλήματα. Αυτή η αναγνώριση ήταν προϋπόθεση για την απόρριψη του πτολεμαϊκού Παραδείγματος και την αναζήτηση ενός νέου. Το κυρίαρχο αστρονομικό παράδειγμα είχε εισέλθει σε περίοδο κρίσης.

Σύμφωνα με το σχήμα του Kuhn, μια πρωτότυπη θεωρία παρουσιάζεται ως απάντηση στην κρίση του κυρίαρχου παραδείγματος. Αν η λύση σε κάποιο πρόβλημα παρουσιαστεί σε μια περίοδο που δεν υπάρχει κρίση στην ανάλογη επιστήμη, τότε οι νέες προτάσεις περνούν απαρατήρητες. Η πρόταση του Αρίσταρχου για ένα ηλιοκεντρικό σύστημα είναι μια τέτοια περίπτωση. Αγνοήθηκε γιατί το κυρίαρχο τότε γεωκεντρικό παράδειγμα δεν βρισκόταν σε περίοδο κρίσης.

Στο τέλος του κεφαλαίου⁹ ο Kuhn αντιπαρατίθεται στην άποψη που υποστηρίζει ότι αν η ελληνική επιστήμη δεν στηριζόταν τόσο πολύ στη λογική

⁹ T. S. Kuhn, (1981), *Η Δομή των Επιστημονικών Επανάστασεων*, Θεσσαλονίκη: Σύγχρονα Θέματα, σελ. 148

κή παραγωγή και στα δόγματα, το ηλιοκεντρικό σύστημα θα μπορούσε να έχει αρχίσει να αναπτύσσεται 18 αιώνες πριν. Ο Kuhn διαφωνεί κάθετα υποστηρίζοντας ότι κάτι τέτοιο σημαίνει άγνοια του κοινωνικού περιβάλλοντος. Όταν ο Αρίσταρχος πρότεινε το σύστημά του το γεωκεντρικό σύστημα δεν παρουσίαζε κανένα κενό που θα μπορούσε έστω και υποθετικά να καλύψει το ηλιοκεντρικό. Η όλη ανάπτυξη της πτολεμαϊκής αστρονομίας, τόσο οι θρίαμβοι όσο και οι κλονισμοί έρχονται μετά την πρόταση του Αρίσταρχου.

Ένας από τους παράγοντες που οδήγησαν τους αστρονόμους στον Κοπέρνικο (ένας παράγοντας που δεν θα μπορούσε να τους είχε οδηγήσει στον Αρίσταρχο) ήταν η αναγνωρισμένη κρίση που ήταν υπεύθυνη για την έλευση της καινοτομίας. Η πτολεμαϊκή αστρονομία δεν είχε λύσει τα προβλήματα της και είχε φτάσει η ώρα να αντικατασταθεί.

Στο κεφάλαιο «Η Κατάληξη των Επαναστάσεων»¹⁰ στην εξέταση της επικράτησης του νέου παραδείγματος ο Kuhn αναφέρει ότι από τους ισχυρισμούς των οπαδών ενός νέου Παραδείγματος ο πιο σπουδαίος είναι ότι μπορούν να λύσουν τα προβλήματα που οδήγησαν σε κρίση το παλιό Παράδειγμα. Έτσι ο Κοπέρνικος ισχυρίστηκε ότι είχε λύσει το πρόβλημα της διάρκειας του ημερολογιακού έτους.

Τέτοιου είδους ισχυρισμοί έχουν μεγάλη πιθανότητα να επιτύχουν, όταν το νέο Παράδειγμα οδηγεί σε μια εμφανώς μεγαλύτερη ακρίβεια υπολογισμών σε σχέση με το παλιό. Η υπολογιστική ανωτερότητα των πινάκων του Kepler σε σχέση με τους πίνακες που είχαν προκύψει από τη θεωρία του Πτολεμαίου, ήταν ένα βασικό κίνητρο για τη μεταστροφή των αστρονόμων στο σύστημα του Κοπέρνικου.

Εδώ πρέπει να τονιστεί η σημασία της ύπαρξης εμπειρικού υλικού, το οποίο μπορεί να έχει συλλεγεί και ανεξάρτητα, εκτός του νέου παραδείγματος, και το οποίο υποστηρίζει την επικράτηση του. Συνέβαινε κάτι τέτοιο την εποχή του Αρίσταρχου; Υπήρξε οργανωμένη δραστηριότητα γύρω από την εναλλακτική ηλιοκεντρική θεώρηση στην αρχαιότητα; Το ζήτημα φαίνεται ότι παραμένει ανοιχτό¹¹.

Ο ισχυρισμός του Κοπέρνικου ωστόσο, δεν ήταν έγκυρος. Η θεωρία του Κοπέρνικου, στην πραγματικότητα, δεν ήταν πιο ακριβής από του Πτολεμαίου, ούτε οδήγησε άμεσα σε κάποια βελτίωση του ημερολόγιου. Οι λό-

¹⁰ T. S. Kuhn, (1981), *Η Δομή των Επιστημονικών Επαναστάσεων*, Θεσσαλονίκη: Σύγχρονα Θέματα, σελ. 230

¹¹ Κ. Γαβρόγλου, Δ. Διαλέτης, Γ. Χριστιανίδης (2001), *Αρίσταρχος και Ηλιοκεντρισμός*, Νεύσις 10, σελ. 3-44

γοι για την τελική επικράτησή της θα πρέπει να αναζητηθούν και στις ηγεμονικές κοινωνικο-πολιτισμικές συνιστώσες της εποχής.

SUMMARY

This work examines the presence of Aristarchus of Samos in the work of Thomas S. Kuhn, namely in “The Copernican Revolution” and in “The Structure of Scientific Revolutions”. The author analyzes the argumentation of Kuhn on the reasons for the rejection of the heliocentric theory of Aristarchus and the adoption of the similar theory suggested by Copernicus.

Special emphasis is given to the analysis of the conditions facilitating a paradigmatic change in a period of crisis characterizing the state of the Ptolemaic system before its replacement.