

ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ στην
ΙΣΤΟΡΙΑ και ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ των ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ και της ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ (ΙΦΕΤ) με την
συνεργασία του ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΕΘΟΛΟΛΟΓΙΑΣ, ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΗΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ (Μ.Ι.Θ.Ε.) του ΕΘΝΙΚΟΥ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ
ΑΘΗΝΩΝ και του ΤΟΜΕΑ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ και ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ και
ΔΙΚΑΙΟΥ της Σχολής ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ και ΦΥΣΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ του ΕΘΝΙΚΟΥ ΜΕΤΣΟΒΙΟΥ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σύγχρονες προσεγγίσεις στο έργο του Κοπέρνικου

Γεώργιος Κ. Μαρκουλής



ΑΘΗΝΑ

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2015

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σύγχρονες προσεγγίσεις στο έργο του Κοπέρνικου

Γεώργιος Μαρκουλής

A.M. 014/13

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

Μιχάλης Ασημακόπουλος, καθηγητής ΕΜΠ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Θεόδωρος Αραμπατζής καθηγητής ΕΚΠΑ

Μανώλης Πατηνιώτης αναπληρωτής καθηγητής ΕΚΠΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| ΠΡΟΛΟΓΟΣ | σελ 5 |
| ΚΕΦ 1ο: Η άποψη του Thomas Kuhn για το έργο του Κοπέρνικου. | σελ 8 |
| Κίνητρα | σελ 10 |
| Η νέα κοσμολογία | σελ 14 |
| Η σφαίρα της Γης και η σφαίρα των απλανών | σελ 17 |
| Συμπεράσματα | σελ 21 |
| ΚΕΦ 2 ^ο Κριτική του Robert Westman στις θέσεις του Thomas Kuhn | σελ 23 |
| Η γενική ιδέα της αστρονομίας | σελ 25 |
| Κριτική και ρήξη με την παράδοση | σελ 27 |
| Αποδοχή και οριοθέτηση | σελ 28 |
| ΚΕΦ 3 ^ο : Αστρονομία - Αστρολογία τον 16 ^ο αιώνα στο έργο του Robert Westman | |
| The Copernican Question. | |
| Θρησκευτικό περιβάλλον – Πρόγνωση | σελ 32 |
| Φυσική μαγεία, Melanchthon, Pico de la Mirandola | σελ 34 |
| Rheticus και Narratio Prima | σελ 37 |
| Αστρολογία | σελ 39 |
| Domenico Maria di Novara. | σελ 40 |
| Η επίθεση. | σελ 41 |
| Κοπέρνικος και Αστρολογία. | σελ 43 |
| Comentariolus, Άραβες αστρονόμοι, Αστρονομικοί πίνακες. | σελ 46 |
| ΚΕΦ 4 ^ο : Συνάφεια μεταξύ Κοπέρνικου, και Φυσικής σύμφωνα με τον Peter Barker | |
| Ηλιοκεντρική θεωρία και φυσική. | σελ 49 |
| Η ερμηνεία του Wittenberg. | σελ 51 |
| ΚΕΦ 5 ^ο : Ρεαλιστική – Εργαλειοκρατική αστρονομική ερμηνεία | |
| Ρεαλισμός και Εργαλειοκρατία. | σελ 55 |
| Τα αστρονομικά μοντέλα του 16 ^{ου} αιώνα. | σελ 55 |
| Εργαλειοκρατική προσέγγιση του Wittenberg. | σελ 60 |
| Οι αποδεικτικές Αριστοτελικές μέθοδοι στην αστρονομία. | σελ 62 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Συμπεράσματα. | σελ 67 |
| ΚΕΦ 6 ^ο : Η περιγραφή της Συμμετρίας στο έργο του Κοπέρνικου από τους Giora Hon και Bernard Goldstein | |
| Η αρχαία αντίληψη για την Συμμετρία. | σελ 69 |
| Η Συμμετρία στο ανθρώπινο σώμα στις μηχανές και στην αρχιτεκτονική. | σελ 69 |
| Συμμετρία και αρμονία στην Κοπερνίκια κοσμολογία. | σελ 70 |
| ΚΕΦ 7 ^ο : Bernard Goldstein: Προέλευση του Κοπερνίκιου κοσμολογικού συστήματος | |
| Πλανητικές αποστάσεις. | σελ 74 |
| Περίοδοι περιστροφής. | σελ 75 |
| Ο ήλιος στο κέντρο. | σελ 78 |
| ΕΠΙΛΟΓΟΣ | σελ 85 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | σελ 87 |

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην διπλωματική εργασία που ακολουθεί, παρουσιάζονται απόψεις και ερμηνευτικές προσεγγίσεις ιστορικών και φιλοσόφων της επιστήμης, συχνά αντικρουόμενες μεταξύ τους, γύρω από ένα καθοριστικό επεισόδιο της επιστημονικής εξέλιξης, που είναι η ανάπτυξη του ηλιοκεντρικού συστήματος από τον Κοπέρνικο. Η θεωρία του Κοπέρνικου και το κοσμολογικό μοντέλο που εισήγαγε, επηρέασαν σε μεγάλο βαθμό και σε πολλά επίπεδα την ευρωπαϊκή επιστημονική ιστορία, εγκαινιάζοντας μία περίοδο 150 ετών περίπου, από το 1543 έως το 1687, η οποία αποτέλεσε την αφετηρία μίας αλματώδους και χωρίς όρια επιστημονικής προόδου της ανθρωπότητας, η οποία συχνά αναφέρεται από τους ιστορικούς και με το όνομα Επιστημονική Επανάσταση.

Ενώ είναι γνωστό το έργο του Κοπέρνικου και η θεωρία του αναπτύσσεται λεπτομερώς στο σημαντικό του έργο *De Revolutionibus Orbium Celestium*, και στο προγενέστερο *Comentariolus* αλλά και στο *Narratio Prima*, το οποίο έγραψε ο μαθητής του Georg Joachim Rheticus το 1540 και αποτελεί εισαγωγή στην Κοπερνίκια θεωρία, εκείνο το οποίο ερευνάται ακόμη σχολαστικά από τους ιστορικούς της επιστήμης, είναι τα ακριβή αίτια που τον οδήγησαν σε αυτήν, τα βαθύτερα κίνητρα που τον ώθησαν να ασχοληθεί με την πλανητική τάξη και η εσωτερική διανοητική διαδικασία από την οποία προέκυψε τελικά το Κοπερνίκιο κοσμολογικό μοντέλο στο περιβάλλον της Ευρώπης του 16^{ου} αιώνα.

Ιστορικοί της επιστήμης όπως ο Robert Westman, ο Noel Swerdlow, ο Peter Barker, ο Bernard Goldstein και ο Giora Hon, αλλά και λόγιοι όπως ο Thomas Kuhn, προσεγγίζοντας το κοινωνικό πολιτικό και επιστημονικό περιβάλλον της εποχής του Κοπέρνικου, σε συνάρτηση και με τις προγενέστερες πηγές, δίνουν εξηγήσεις και ερμηνείες της σκέψης του Κοπέρνικου, αναπτύσσοντας απόψεις, οι οποίες συχνά δεν συμφωνούν μεταξύ τους, και αφορούν τον τρόπο με τον οποίο ο Κοπέρνικος, αντίθετα με τις παγιωμένες αντιλήψεις της εποχής του, υποστήριξε την κίνηση της Γης και έθεσε τον ήλιο στο κέντρο του κόσμου, καθιερώνοντας με την βοήθεια των μαθηματικών και της γεωμετρίας το ηλιοκεντρικό κοσμολογικό του μοντέλο.

Ο Tomas Kuhn, με το έργο του *The Copernican Revolution* επιχειρεί μία ανάλυση στο έργο του Κοπέρνικου *De Revolutionibus Orbium Caelestium*, όπου υποστηρίζει ότι ο Κοπέρνικος, εισάγοντας την άποψη πως η Γη αποτελεί μέρος του κόσμου και όχι το

κέντρο του κόσμου, προκάλεσε μία επανάσταση στην επιστήμη η οποία άλλαξε ολοκληρωτικά τις απόψεις της εποχής του γύρω από την δομή του σύμπαντος, απόψεις που ήταν παγιωμένες και σχεδόν αμετακίνητες για περισσότερα από 1300 χρόνια, επηρεάζοντας αποφασιστικά τον τρόπο σκέψης και τις μεθόδους έρευνας σε θέματα που αφορούσαν την αστρονομία. Επίσης συνετέλεσε στο να αναθεωρηθούν και επαναδιατυπωθούν πολλές αντιλήψεις γύρω από θρησκευτικά, κοινωνικά και φιλοσοφικά θέματα.

Ανατρέχοντας στο διανοητικό περιβάλλον και τις πολιτικές και θρησκευτικές συνθήκες του 16^{ου} αιώνα και εξετάζοντας την πορεία του Κοπέρνικου μέσα σε αυτό, οι Robert Westman και Noel M. Swerdlow διερευνούν την πιθανότητα της επίδρασης ή μη της αστρολογίας στο έργο του, έχοντας ως αναμφισβήτητο δεδομένο, την διαδεδομένη χρήση της και την σημαντική επιρροή που αυτή ασκούσε σε όλο το φάσμα του κοινωνικοπολιτικού και θρησκευτικού γίνεσθαι της Ευρώπης από τον 15^ο έως και τον 17^ο αιώνα.

Οι Peter Barker και Bernard R. Goldstein με την βοήθεια των μεταγενέστερης προέλευσης όρων του Ρεαλισμού (Realism) και της Εργαλειοκρατίας (Instrumentalism), αλλά και της Αριστοτελικής λογικής, προσεγγίζουν το έργο του Κοπέρνικου αλλά και όσων το αποδέχθηκαν, με έναν διαφορετικό τρόπο, προσπαθώντας να δώσουν απάντηση σε ερωτήματα όπως αν και κατά πόσον τόσο ο Κοπέρνικος όσο και οι σύγχρονοί του αστρονόμοι, πίστευαν και θεωρούσαν ότι τα αστρονομικά μοντέλα που εισήγαγαν υπήρχαν στην πραγματικότητα ή όχι. Ένα ερώτημα το οποίο αναδύθηκε κατ' αρχάς από τον γνωστό πρόλογο (Ad lectorem) τον οποίο το 1543 ο Andreas Osiander ένας Λουθηρανός κληρικός με δική του πρωτοβουλία, όπως αποδείχθηκε αργότερα, πρόσθεσε στο De Revolutionibus, έναν πρόλογο, όπου υποστήριζε πως το αστρονομικό μοντέλο που περιγραφόταν στο βιβλίο δεν ήταν απαραίτητα αληθινό, δεν υφίστατο στην πραγματικότητα, και ήταν χρήσιμο μόνο για υπολογιστικούς σκοπούς. Αυτή βέβαια δεν ήταν η άποψη του Κοπέρνικου ο οποίος δεν γνώριζε τίποτα για την προσθήκη. Πολλοί αναγνώστες που δεν γνώριζαν ότι συντάκτης του προλόγου ήταν ο Osiander έβγαλαν το συμπέρασμα ότι αυτή ήταν και η άποψη του Κοπέρνικου δηλαδή ότι δεν πίστευε και ο ίδιος ότι οι υποθέσεις που έκανε ήταν αληθινές με αποτέλεσμα να υπάρχει τα επόμενα χρόνια και μέχρι να αποδειχτεί η πατρότητα του προλόγου, σοβαρή διαμάχη γύρω από την Κοπερνίκεια θεωρία.

Τέλος οι Giora Hon και Bernard R. Goldstein διερευνούν τον τρόπο με τον οποίο ο Κοπέρνικος χρησιμοποιεί και εννοεί τον όρο συμμετρία στο κοσμολογικό του μοντέλο, κάνοντας αναφορά στον Βιτρούβιο, ενώ στη συνέχεια ο Bernard R. Goldstein αναπτύσσει την δική του άποψη, για τον τρόπο με τον οποίο οδηγήθηκε ο Κοπέρνικος στο ηλιοκεντρικό σύστημα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Η άποψη του Thomas Kuhn για το έργο του Κοπέρνικου

Σύμφωνα με όσα αναφέρει ο Thomas Kuhn, στο έργο του *The Copernican Revolution* (σελ 34) η δημοσίευση του *De Revolutionibus Orbium Caelestium* το 1543 από τον Κοπέρνικο είχε σαν συνέπεια μία ραγδαία αλλαγή στην αστρονομική και κοσμολογική σκέψη που αποκαλείται έκτοτε από τους ερευνητές Κοπερνίκια επανάσταση. Οι βάσεις της επανάστασης αυτής, μπορούν να αναζητηθούν αναμφισβήτητα στις επιστημονικές γνώσεις του παρελθόντος οι οποίες και αποτέλεσαν το υπόβαθρο αυτής της επιστημονικής εξέλιξης. Ο Kuhn στο έργο του, επιχειρεί να αναδείξει την συμβολή του ίδιου του Κοπέρνικου, μέσα από τα δικά του λόγια, σε αυτήν την εξελικτική διαδικασία, εξετάζοντας βασικά εδάφια από το *De Revolutionibus*, από την ανάλυση των οποίων και τις δυσκολίες και ασυμφωνίες που προκύπτουν, εξαρτάται η κατανόηση της Κοπερνίκιας επανάστασης, υποστηρίζοντας ότι και αυτή η επιστημονική εξέλιξη, αποτελεί ένα τυπικό δείγμα από κάθε άποψη, μίας ριζοσπαστικής αλλαγής στο χώρο της επιστήμης.

Όπως αναφέρει ο Kuhn, το *De Revolutionibus* είναι ένα δύσκολο κείμενο. Η βασική δυσκολία του έγκειται, στο ότι εκτός από το πρώτο βιβλίο, όλο το υπόλοιπο περιέχει πάρα πολλά μαθηματικά, επομένως, είναι προσιτό περισσότερο, σε όσους διαθέτουν αρκετά προχωρημένες αστρονομικές και μαθηματικές γνώσεις. Προσπερνώντας την παραπάνω δυσκολία και επιχειρώντας μία κατά το δυνατόν μη μαθηματική ανάλυση, προσπαθεί να διακρίνει τα ουσιαστικά προβλήματα που έθεσε το *De Revolutionibus* στον αναγνώστη του 16^{ου} αιώνα. Υποστηρίζει ότι εάν είχε προτείνει ο Κοπέρνικος την θεωρία του με έναν περισσότερο απλοποιημένο τρόπο, η πρόσληψή της από τον κόσμο θα ήταν διαφορετική και οι αντιρρήσεις και οι διαφωνίες θα είχαν διευθετηθεί νωρίτερα. Το πρώτο βασικό πρόβλημα συνεχίζει ο Kuhn, είναι το χάσμα που υπάρχει μεταξύ της ελλιπούς τεχνικής μαθηματικής επάρκειας ενός μέσου αναγνώστη και της μαθηματικής πολυπλοκότητας του κύριου έργου. Η πραγματική δυσκολία του *De Revolutionibus* όμως, δεν οφείλεται τόσο στις εσωτερικές τεχνικές λεπτομέρειες του έργου, χωρίς να υποτιμάται η δυσκολία τους, αλλά στην φαινόμενη ασυμβατότητα η οποία υπάρχει μεταξύ του κειμένου και του ρόλου που αυτό έπαιξε στην ανάπτυξη της αστρονομίας. Λόγω των συνεπειών του, σίγουρα το *De Revolutionibus* αποτελεί ένα επαναστατικό έργο αφού εξ' αυτού προκύπτει μία νέα προσέγγιση στην πλανητική αστρονομία, και η πρώτη μετά από πολύ καιρό ακριβής και

απλή λύση στο πρόβλημα των πλανητών που τελικά, μαζί με άλλες απόψεις, καθόρισαν μία νέα κοσμολογία. Σε κάθε αναγνώστη που αποδέχεται τα παραπάνω, το έργο από μόνο του, λέει ο Kuhn, αποτελεί ένα αίνιγμα και ένα παράδοξο. Συγκρίνοντάς το με τις συνέπειές του, είναι μία σοβαρή, λογική εργασία. Δεν είναι καθόλου όμως, μία επαναστατική εργασία. Τα περισσότερα από τα στοιχεία με τα οποία είναι γνωστή η Κοπερνίκια επανάσταση, όπως ο εύκολος και ακριβής προσδιορισμός των πλανητικών θέσεων, η κατάργηση των επικύκλων και των έκκεντρων κύκλων, η διάλυση των σφαιρών και η άπειρη επέκταση του σύμπαντος, αυτά και πολλά άλλα, δεν ορίζονται με σαφή τρόπο στην εργασία του Κοπέρνικου. Αν εξαιρέσει κάποιος την κίνηση της Γης, το *De Revolutionibus* φαίνεται να βρίσκεται πιο κοντά στις εργασίες των αρχαίων και μεσαιωνικών αστρονόμων, παρά στις εργασίες των επόμενων που στήριξαν τις εργασίες τους στον Κοπέρνικο και πρόβαλλαν σαφώς τις ριζοσπαστικές συνέπειες της θεωρίας του που αναφέρθηκαν προηγουμένως, συνέπειες, τις οποίες ο ίδιος δεν είναι βέβαιο, λέει ο Kuhn πως ο ίδιος ο Κοπέρνικος είχε συνειδητοποιήσει όταν συνέγραφε το έργο του.

Η σημασία του *De Revolutionibus*, υποστηρίζει ο Kuhn, βρίσκεται λιγότερο σε αυτά που λέει το ίδιο και περισσότερο σε αυτά που ώθησε τους άλλους να πουν. Το βιβλίο προκάλεσε μία επανάσταση η οποία μετά βίας εξαγγέλθηκε. Δηλαδή αποτέλεσε περισσότερο μία επαναστατική κατασκευή παρά ένα επαναστατικό κείμενο. Παρόμοια κείμενα είναι σχετικά σπάνια και αποτελούν εξαιρετικά αξιοσημείωτο φαινόμενο στην ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης. Είναι κείμενα που προκαλούν μία στροφή στην κατεύθυνση της επιστημονικής σκέψης, σηματοδοτώντας ταυτόχρονα το αποκορύφωμα μίας παράδοσης του παρελθόντος και την αρχική πηγή της παράδοσης του μέλλοντος.

Σαν σύνολο το *De Revolutionibus*, συνεχίζει ο Kuhn, βρίσκεται σχεδόν ολοκληρωτικά εντός της αστρονομικής και κοσμολογικής παράδοσης των αρχαίων. Όμως μέσα στο γενικό κλασικό πλαίσιο, οι υπάρχουσες καινοτομίες, έστρεψαν την κατεύθυνση της επιστημονικής σκέψης σε δρόμους που δεν είχε προβλέψει ο συγγραφέας, προκαλώντας με αυτόν τον τρόπο μία ταχεία και ολοκληρωτική ρήξη με την αρχαία παράδοση. Αν θεωρήσουμε το *De Revolutionibus* από την οπτική που προβάλλεται από την ιστορία της αστρονομίας, τότε βλέπουμε ότι έχει δύο όψεις. Είναι ταυτόχρονα αρχαίο, και μοντέρνο, συντηρητικό και ριζοσπαστικό. Ως εκ τούτου η σημασία του μπορεί να φανεί ευκρινώς μόνο αν εξετάσει κάποιος ταυτόχρονα το

παρελθόν του και το μέλλον του, δηλαδή την παράδοση από την οποία προήλθε, και την παράδοση την οποία παρήγαγε. Λόγω της διπλής οπτικής με την οποία μπορεί να προσεγγιστεί αυτή η ξεχωριστή εργασία, προκύπτουν αναπόφευκτα διάφορα ερωτήματα. Ποια είναι ακριβώς η σχέση του Κοπέρνικου με την αρχαία παράδοση στο πλαίσιο της οποίας εκπαιδεύτηκε; Ακριβέστερα, ποιές απόψεις αυτής της παράδοσης τον οδήγησαν στο να πιστέψει ότι κάποιες αστρονομικές καινοτομίες ήταν σημαντικές και απαραίτητες ενώ άλλες απόψεις της αρχαίας κοσμολογίας θα έπρεπε να απορριφθούν; Έχοντας επίσης αποφασίσει να έλθει σε ρήξη με την αρχαία παράδοση, σε ποια έκταση θεωρούσε τον εαυτόν του δεσμευμένο από αυτήν, όταν αυτή αποτελούσε την μοναδική πηγή διανοητικών και παρατηρησιακών εργαλείων που διέθετε για την μελέτη της αστρονομίας; Ποια ήταν η σχέση του Κοπέρνικου με την παράδοση της σύγχρονης αστρονομίας και κοσμολογίας; Με δεδομένα τα περιορισμένα όρια που παρείχε η εκπαίδευση και τα εργαλεία της κλασσικής αστρονομίας, τι δημιουργικές καινοτομίες ήταν δυνατόν να περιέχει αυτή η εργασία; Πως μπόρεσαν αυτές οι καινοτομίες οι οποίες παρήγαγαν μία ριζοσπαστικά νέα αστρονομία και κοσμολογία, να ενσωματωθούν στο προηγούμενο κλασσικό πλαίσιο, και πως αυτές οι καινοτομίες αναγνωρίστηκαν και υιοθετήθηκαν από την μετέπειτα γενιά αστρονόμων; Αυτά τα ερωτήματα και οι συνέπειές τους καταλήγει ο Κουν, σκιαγραφούν τις πραγματικές δυσκολίες του *De Revolutionibus* όπως και κάθε παρόμοιας επιστημονικής εργασίας η οποία αν και γεννήθηκε μέσα σε μία συγκεκριμένη παράδοση επιστημονικής σκέψης, αποτελεί την αφετηρία μίας νέας παράδοσης η οποία τελικά «θανατώνει» τους γονείς της.

Κίνητρα.

Ο Κοπέρνικος, λέει ο Kuhn, ανήκει σε μία μικρή ομάδα ευρωπαίων στοχαστών οι οποίοι αρχικά ασχολήθηκαν με την αναβίωση της Ελληνιστικής παράδοσης και της μαθηματικής αστρονομίας της οποίας το αποκορύφωμα στην αρχαιότητα, ήταν η εργασίες του Πτολεμαίου. Το *De Revolutionibus* δημιουργήθηκε κατά το πρότυπο της Αλμαγέστης και απευθυνόταν σχεδόν αποκλειστικά σε μία περιορισμένη ομάδα αστρονόμων σύγχρονων του Κοπέρνικου, οι οποίοι διέθεταν τα απαραίτητα γνωστικά εφόδια για να μελετήσουν την εργασία του Πτολεμαίου, και εν συνεχεία, να κατανοήσουν την Κοπερνίκια προσέγγιση. Με το *De Revolutionibus* επιχειρήθηκε από τον Κοπέρνικο, να λυθεί το πρόβλημα της πλανητικής τάξης, το οποίο κατά την γνώμη του, άφησε άλυτο ο Πτολεμαίος και οι διάδοχοί του. Στην εργασία του, η επαναστατική

σύλληψη της κίνησης της Γης, αποτελεί αρχικά μία δευτερεύουσα ανωμαλία μίας συνολικής προσπάθειας για τον μετασχηματισμό των τεχνικών που χρησιμοποιούνταν στον υπολογισμό των πλανητικών θέσεων. Ένα αξιοσημείωτο πρόβλημα που εμφανίζεται στο *De Revolutionibus*, είναι ακριβώς αυτή η δυσαναλογία που υπάρχει μεταξύ του αντικειμένου που κινητοποίησε την καινοτομία του Κοπέρνικου και της ίδιας της καινοτομίας. Αυτό μπορεί να το διακρίνει κάποιος, υποστηρίζει ο Kuhn, σχεδόν από την αρχή του προλόγου που προηγείται του *De Revolutionibus*, όπου ο Κοπέρνικος επιχειρεί να περιγράψει το κίνητρο, την πηγή, και την φύση του επιστημονικού του εγχειρήματος. Μία σοβαρή προσέγγιση της σύγχρονης αστρονομίας, υποστηρίζει ο Κοπέρνικος στον πρόλογο, φανερώνει ότι η γεωκεντρική προσέγγιση του προβλήματος των πλανητών δεν είναι ορθή. Οι παραδοσιακές τεχνικές της Πτολεμαϊκής αστρονομίας δεν έλυσαν το πρόβλημα. Αντί αυτού, υποστηρίζει, δημιούργησαν μία τερατώδη κατασκευή γιατί υπάρχουν κατά την άποψή του θεμελιώδη λάθη στις βασικές αντιλήψεις της πλανητικής αστρονομίας. Για πρώτη φορά, αναφέρει ο Κουν, ένας τεχνικά καταρτισμένος αστρονόμος απορρίπτει μία καθιερωμένη από τον χρόνο επιστημονική παράδοση για λόγους που έχουν σχέση με την εσωτερική επιστημονική δομή της επιστήμης, εντοπίζοντας με επιχειρήματα ότι ο ίδιος θεωρεί λάθος και εγκαινιάζοντας με αυτόν τον τρόπο την Κοπερνίκια επανάσταση. Η αστρονομική παράδοση δεν είχε ποτέ πριν χαρακτηριστεί τερατώδης. Με τον Κοπέρνικο συνεχίζει ο Kuhn, επήλθε μία μεταμόρφωση της οποίας οι αιτίες περιγράφονται με εξέχοντα τρόπο στον παραπάνω πρόλογο.

Ο Κοπέρνικος και οι σύγχρονοί του, δεν κληρονόμησαν μόνο την Αλμαγέστη, αλλά και τα αστρονομικά συστήματα πολλών Αράβων αλλά και κάποιων Ευρωπαίων διανοητών οι οποίοι είχαν κριτικάρει και τροποποιήσει το Πτολεμαϊκό σύστημα. Είναι αυτοί που αναφέρει ο Κοπέρνικος στον πρόλογο σαν «μαθηματικούς» και υποστηρίζει ότι δεν μπορούν να κάνουν σταθερές και ακριβείς μετρήσεις των αστρονομικών φαινομένων. Επίσης αναφέρει ο Kuhn, αρκετοί κατά καιρούς είχαν προσθέσει ή αφαιρέσει κύκλους ή είχαν χρησιμοποιήσει επίκυκλους εκεί που ο Πτολεμαίος χρησιμοποιούσε έναν έκκεντρο κύκλο καθώς και διάφορες άλλες παραλλαγές ούτως ώστε να μην μιλάμε πλέον για ένα Πτολεμαϊκό σύστημα, αλλά για περισσότερα, τα οποία αυξάνονταν όσο αυξανόταν ο αριθμός των τεχνικά καταρτισμένων αστρονόμων. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα ο όρος Πτολεμαϊκό σύστημα, να έχει χάσει την αρχική σημασία του, και η αστρονομική παράδοση να έχει γίνει σε ένα βαθμό συγκεχυμένη αφού πλέον, δεν υπήρχαν σταθερές μέθοδοι υπολογισμού που θα έπρεπε να

χρησιμοποιήσει κάποιος αστρονόμος για τον υπολογισμό μίας πλανητικής θέσης και ως εκ τούτου τα αποτελέσματα δεν ήταν τόσο ακριβή. Επομένως, η αστρονομική παράδοση, είχε χάσει μεγάλο μέρος από την εσωτερική της δυναμική.

Επίσης, σύμφωνα με τον Kuhn, το τέρας στο οποίο αναφέρεται ο Κοπέρνικος, έχει και άλλες όψεις. Κανένα από τα «Πτολεμαϊκά» συστήματα τα οποία ήταν γνωστά στον Κοπέρνικο δεν έδινε αποτελέσματα τα οποία να συμπίπτουν με την παρατήρηση δια γυμνού οφθαλμού. Δεν έδιναν χειρότερα, αλλά ούτε και καλύτερα αποτελέσματα από το αρχικό Πτολεμαϊκό σύστημα. Μετά από δεκατρείς αιώνες, ένας οξυδερκής αστρονόμος μπορούσε να διακρίνει αν οι μετέπειτα προσπάθειες εντός της ίδιας παράδοσης ήταν πετυχημένες ή όχι. Το μεγάλο χρονικό διάστημα που είχε μεσολαβήσει μεταξύ του Πτολεμαίου και του Κοπέρνικου είχε μεγιστοποιήσει τα λάθη της παραδοσιακής προσέγγισης, προβάλλοντας μία ολοένα αυξανόμενη τάση δυσαρέσκειας μεταξύ των αστρονόμων. Η κίνηση ενός συστήματος επικύκλων και φερόντων κύκλων είναι παρόμοια με τους δείκτες ενός ρολογιού. Αν ένα ρολόι χάνει ένα δευτερόλεπτο ανά δεκαετία, αυτό το λάθος θα είναι ασήμαντο στο τέλος ενός έτους ή μιας δεκαετίας. Όμως όταν μετά από χίλια χρόνια το σφάλμα έχει φθάσει τα δύο λεπτά, δεν είναι δυνατόν να αγνοηθεί. Από την στιγμή που ο Κοπέρνικος και οι σύγχρονοί του χρησιμοποιούσαν τα δεδομένα του Πτολεμαίου που προέρχονταν από ένα χρονικό βάθος 13 αιώνων, ήταν σε θέση κάνοντας έναν λεπτομερή έλεγχο των συστημάτων τους, να διαπιστώσουν τα εσωτερικά λάθη που υπήρχαν στην αρχαία παράδοση. Πολλά από τα δεδομένα που κληρονόμησαν από τον Πτολεμαίο, ήταν κακά δεδομένα, είτε γιατί τα είχαν συλλέξει ανεπαρκείς παρατηρητές, είτε γιατί, αν και ακριβή δεδομένα, είχαν μεταφερθεί λανθασμένα μέσα στους αιώνες. Ο Κοπέρνικος συνεπώς μπορεί να θεωρηθεί κατά μία έννοια θύμα αυτών των δεδομένων, αφού με το δικό του σύστημα θα μπορούσαν να παραχθούν καλύτερα αποτελέσματα αν αμφισβητούσε τις παρατηρήσεις των προκατόχων του στον ίδιο βαθμό που αμφέβαλε για τις μαθηματικές τους μεθόδους. Η σύγχυση και η ανακρίβεια των συμπερασμάτων, ήταν τα βασικά χαρακτηριστικά του τέρατος το οποίο περιέγραψε ο Κοπέρνικος, και αν θεωρήσουμε ότι η Κοπερνίκια επανάσταση επέφερε ριζοσπαστικές αλλαγές στην αστρονομική παράδοση, αυτά τα χαρακτηριστικά ήταν και οι κυριότερες αιτίες που την προκάλεσαν. Σύμφωνα λοιπόν με την υφιστάμενη κατάσταση της αστρονομίας της εποχής του, συνεχίζει ο Kuhn, ένας αστρονόμος ο οποίος δεν θα είχε τις νεοπλατωνικές προκαταλήψεις του Κοπέρνικου, θα έπρεπε να είχε συμπεράνει απλά ότι για το πρόβλημα της πλανητικής τάξης, δεν θα υπήρχε λύση που να είναι ταυτόχρονα απλή και ακριβής. Εδώ ανοίγοντας μία

παρένθεση θα πρέπει να αναφερθεί ότι το ρεύμα του αναγεννησιακού νεοπλατωνισμού (άρρηκτα συνδεδεμένο με τον ουμανισμό), δίνει τη δυνατότητα στην επιστημονική σκέψη να απομακρυνθεί από τις θεολογικές σκοπιμότητες της προηγούμενης περιόδου. Επιπρόσθετα η πλατωνική μεταφυσική, παρέχει ασφαλές πλαίσιο για τη θεώρηση του σύμπαντος ως ένα σύστημα με αυστηρή μαθηματική δομή. Ο Γαλιλαίος θα εκφράσει με τον καλύτερο τρόπο αυτή τη θεώρηση λέγοντας ότι «το βιβλίο της φύσης είναι γραμμένο στη γλώσσα των μαθηματικών». Είναι εμφανές ότι εδώ έχουμε να κάνουμε με την πυθαγόρεια αντίληψη για την κατανόηση της φύσης. Παρόμοια συνεχίζει ο Kuhn, ένας αστρονόμος που δεν θα ήταν εξοικειωμένος με την παράδοση της σχολαστικής κριτικής δεν θα μπορούσε να εξασκήσει τέτοιου είδους κριτικές στην αστρονομία. Αν και δεν φαίνεται να είχε σαφή επίγνωση των παραπάνω ο Κοπέρνικος, εν τούτοις φαίνεται να επηρεάστηκε έμμεσα από αυτές τις φιλοσοφικές τάσεις. Η εργασία του Κοπέρνικου θα παρέμενε ακατανόητη αν δεν εξεταζόταν τόσο σε σχέση με την εσωτερική κατάσταση της αστρονομίας, όσο και με το ευρύτερο διανοητικό κλίμα της εποχής του. Όσα αναφέρθηκαν παραπάνω καταλήγει ο Κουν, είναι υπεύθυνα για την κατασκευή του τέρατος στο οποίο αναφέρθηκε ο Κοπέρνικος στον πρόλογο. Η αναγνώριση δε αυτού του τέρατος, αποτέλεσε και το πρώτο βήμα προς την Κοπερνίκια Επανάσταση.

Στην συνέχεια του προλόγου ο Κοπέρνικος αναφέρει σε κάποιο σημείο ότι «Τα μαθηματικά απευθύνονται στους μαθηματικούς» μία άποψη που σύμφωνα με τον Κουν αποτελεί την πρώτη ουσιαστική δυσκολία όπως αναφέρθηκε προηγούμενα, που υπάρχει στο *De Revolutionibus*. Αν και λίγες εκφράσεις της Δυτικής σκέψης έμειναν επί μακρόν ανεπηρέαστες από τις συνέπειες της εργασίας του Κοπέρνικου, η ίδια η εργασία του ήταν στενά τεχνική και εξειδικευμένη. Όμως ήταν η μαθηματική ερμηνεία της αστρονομίας και όχι η φιλοσοφική ή η κοσμολογική, που θεώρησε τερατώδη ο Κοπέρνικος. Η αναμόρφωση και επαναδιατύπωση της, ήταν η κυριότερες αιτίες που τον ανάγκασαν να υποθέσει ότι η Γη κινείται. Εάν ήθελαν να αντιληφθούν οι σύγχρονοί του όσα υποστήριζε, λέει ο Kuhn, θα έπρεπε να κατανοήσουν και να λάβουν σοβαρά υπ' όψιν, όλα εκείνα τα λεπτομερή και δυσνόητα μαθηματικά του επιχειρήματα που υπερέβαιναν ότι μπορούσε να αντιληφθεί κάποιος μόνο με την παρατήρηση δια μέσου των αισθήσεων. Η Κοπερνίκια Επανάσταση, σημειώνει ο Kuhn, αρχικά ξεκίνησε σαν μία επανεξέταση των μαθηματικών τεχνικών που χρησιμοποιούνταν για τον υπολογισμό των πλανητικών θέσεων. Αυτή ήταν και η πρώτη σημαντική συμβολή του Κοπέρνικου. Όσον αφορά την κίνηση της Γης, ο Κοπέρνικος δεν ήταν ο πρώτος που έκανε αυτήν την

υπόθεση και στον πρόλογο αναφέρει τις κυριότερες αυθεντίες πριν από αυτόν που με τον ένα ή τον άλλο τρόπο διατύπωσαν αυτήν την υπόθεση. Σε ένα πρώιμο χειρόγραφο του αναφέρει τον Αρίσταρχο τον Σάμιο ο οποίος υποστήριξε ένα ηλιοκεντρικό σύμπαν περίπου όμοιο με το δικό του. Μεταξύ των άμεσα προηγούμενων προκατόχων του, μάλλον, υποθέτει ο Κuhn γνώριζε την εργασία του καρδινάλιου Nickolas de Cusa (Κουζάνος) ο οποίος όριζε την κίνηση της Γης, διαμέσου της πολλαπλότητας των κόσμων. Η κίνηση της Γης λοιπόν, όπως υποστηρίζει ο Κουν, δεν ήταν ένα θέμα που δεν είχε τεθεί σε συζήτηση στην εποχή του Κοπέρνικου. Αυτό που εμφανίσθηκε για πρώτη φορά από τον Κοπέρνικο, ήταν το μαθηματικό σύστημα που ανέπτυξε γύρω από την κίνηση της Γης. Με πιθανή εξαίρεση τον Αρίσταρχο, ο Κοπέρνικος ήταν ο πρώτος που πίστεψε, ότι η κίνηση της Γης και η λεπτομερής μελέτη των συνεπειών της, θα μπορούσαν να δώσουν λύση σε ήδη υπάρχοντα αστρονομικά προβλήματα. Τα μαθηματικά δε που ανέπτυξε για να υποστηρίξει την θεωρία του, τον κατέστησαν ξεχωριστό μεταξύ των προκατόχων του, και εγκαινίασαν την Κοπερνίκια Επανάσταση.

Η νέα κοσμολογία

Για τον Κοπέρνικο όπως έχει προαναφερθεί η κίνηση της Γης ήταν μία δευτερεύουσα συνέπεια του προβλήματος των πλανητών, στην οποία κατέληξε μελετώντας τις ουράνιες κινήσεις. Η κίνηση της Γης όμως ήταν δύσκολα αποδεκτή από ανθρώπους οι οποίοι δεν είχαν αστρονομικά ενδιαφέροντα και των οποίων οι αξίες ήταν κυρίως «γήινες». Επομένως, αν και όπως αναφέρει ο Κuhn, αρχικά δεν έλαβε υπ' όψιν του αυτήν την παράμετρο, στην συνέχεια κατάλαβε πως έπρεπε να πείσει τους ανθρώπους ότι τελικά οι συνέπειες την κίνηση της Γης δεν ήταν τόσο καταστροφικές όσο πίστευαν ότι ήταν. Ως εκ τούτου στο *De Revolutionibus* αρχικά παρουσίασε ένα πρώτο σχέδιο του σύμπαντος χωρίς ιδιαίτερη τεχνική πολυπλοκότητα, στο οποίο έβρισκε εφαρμογή η κίνηση της Γης. Το εισαγωγικό πρώτο βιβλίο απευθυνόταν στο ευρύ κοινό, χρησιμοποιώντας όλα εκείνα τα επιχειρήματα τα οποία θα ήταν δυνατό να κατανοήσει οποιοσδήποτε δεν διέθετε ειδικές αστρονομικές γνώσεις. Αυτά τα επιχειρήματα υποστηρίζει ο Κουν δεν ήταν τόσο πειστικά γιατί δεν αποδεικνύονταν με επάρκεια, δεν ήταν καινούργια και δεν ταίριαζαν εντελώς με το αστρονομικό σύστημα το οποίο ανέπτυξε ο Κοπέρνικος στα επόμενα βιβλία. Μόνο ένα άνθρωπος που ήθελε να πιστέψει όπως ο Κοπέρνικος, ότι η Γη ήταν σε κίνηση, μπορούσε να πάρει το πρώτο βιβλίο εντελώς στα σοβαρά. Όμως παρόλα αυτά ήταν σημαντικό κατά κάποιο τρόπο. Οι αδυναμίες που περιείχε, είχαν σαν αποτέλεσμα να το αντιμετωπίσουν με δυσπιστία όσοι

δεν μπορούσαν να παρακολουθήσουν την λεπτομερή μαθηματική ανάλυση των επόμενων βιβλίων.

Η συνεχώς επαναλαμβανόμενη εξάρτηση από τις Αριστοτελικές σχολαστικές θέσεις δείχνει ότι ο Κοπέρνικος ήταν δύσκολο να υπερβεί την παιδεία και την εποχή του έξω και πέρα από τα στενά όρια της επιστημονικής του εξειδίκευσης. Οι ατέλειες και οι ασυμφωνίες του πρώτου βιβλίου, φωτίζουν καθαρά την στενή σχέση που υπήρχε ανάμεσα στην παραδοσιακή αστρονομία και την παραδοσιακή κοσμολογία. Ο Κοπέρνικος ο οποίος οδηγήθηκε στην ρήξη αποκλειστικά για αστρονομικούς λόγους, επιχείρησε να περιορίσει ουσιαστικά την θεωρία του στην αστρονομία, όμως τελικά δεν στάθηκε δυνατό να αποφύγει τις σαρωτικές συνέπειες που προκάλεσε η κίνηση της Γης στο προϋπάρχον κοσμολογικό μοντέλο.

Ο Κοπέρνικος, αναφέρει ο Kuhn, στα τέσσερα πρώτα κεφάλαια του *De Revolutionibus* προβάλλει και επεξεργάζεται, την πληρέστερη και πιο ισχυρή εκδοχή του επιχειρήματος με το οποίο περιορίζει την κίνηση των ουράνιων σωμάτων σε κύκλους. Υποστηρίζει ότι μόνο μία ομοιόμορφη κυκλική κίνηση ή ένας συνδυασμός τέτοιων κινήσεων είναι κατάλληλες κατασκευές για την κανονική επανάληψη όλων των ουράνιων φαινομένων σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Ωστόσο, συνεχίζει ο Kuhn, όλα τα επιχειρήματά του Κοπέρνικου είναι Αριστοτελικά ή σχολαστικά και το σύμπαν το οποίο προτείνει, δεν είναι πολύ διαφορετικό από αυτό που προτείνει η παραδοσιακή κοσμολογία. Θα μπορούσε να πει κάποιος ότι ο Κοπέρνικος είναι περισσότερο Αριστοτελικός από πολλούς προκατόχους του αλλά και συγχρόνους του, αφού για παράδειγμα, δεν είναι διατεθειμένος να συναινέσει με τίποτα στην παραβίαση της ομοιόμορφης κυκλικής κίνησης από την χρήση του εξισωτή. Ο ριζοσπαστικός Κοπέρνικος επομένως, αποδεικνύεται ολοκληρωτικά συντηρητικός. Όμως η κίνηση της Γης η οποία δεν μπορεί να αναβληθεί περισσότερο, τον φέρνει σε ρήξη με την παράδοση και αυτή ακριβώς η ρήξη φανερώνει το πόσο εξαρτάται από αυτήν, παραμένοντας όσο είναι δυνατόν Αριστοτελικός.

Στην αρχή του πέμπτου κεφαλαίου ο Κοπέρνικος διατυπώνει την υπόθεση ότι επειδή η Γη έχει σφαιρικό σχήμα, όπως τα ουράνια σώματα, πρέπει και αυτή να συμμετέχει σε σύνθετες κυκλικές κινήσεις που αποτελούν φυσικό χαρακτηριστικό των σφαιρικών σωμάτων. Στη συνέχεια ο Κοπέρνικος, αναφέρεται στο πιο άμεσο πλεονέκτημα που προκύπτει για τους αστρονόμους από την υπόθεση της κίνησης της Γης. Υποστηρίζει δηλαδή, ότι αν η Γη κινείται σε κυκλική τροχιά γύρω από ένα κέντρο

ενώ ταυτόχρονα περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της, τότε οι οπισθόδρομες κινήσεις και οι διαφορετικοί χρόνοι που απαιτούνται για μία πλήρη περιστροφή ενός πλανήτη γύρω από την εκλειπτική, μπορούν να εξηγηθούν χωρίς την χρήση επικύκλων. Στο σύστημα του Κοπέρνικου οι ανωμαλίες των πλανητικών κινήσεων είναι μόνο φαινόμενες. Δηλαδή η ομαλή κίνηση ενός πλανήτη αν παρατηρηθεί από την κινούμενη Γη, φαίνεται ανώμαλη. Αυτός είναι και ο λόγος, διαισθάνεται ο Κοπέρνικος, για τον οποίο θα πρέπει να γίνει αποδεκτή η κίνηση της Γης. Αυτό το σημείο όμως στα κείμενα, σύμφωνα με τον Kuhn, που απευθύνονται στον μέσο αναγνώστη, ο Κοπέρνικος δεν το διασαφηνίζει επαρκώς, αλλά θεωρεί ότι πρέπει να το λάβουν σαν δεδομένο χωρίς περαιτέρω επεξηγήσεις. Μόνο στα επόμενα βιβλία του *De Revolutionibus* αναφέρονται οι οπισθόδρομες κινήσεις κάθε πλανήτη ξεχωριστά μέσα από τις δυσνόητες ποσοτικές λεπτομέρειες που τις συνοδεύουν έτσι ώστε, μόνο κάποιος καλός γνώστης της αστρονομίας να μπορεί να τις ερμηνεύσει. Αυτή η κατά κάποιο τρόπο μυστικοπαθής στάση του Κοπέρνικου, σύμφωνα με τον Kuhn, μπορεί να είναι προμελετημένη αφού ο Κοπέρνικος αναφέρεται με επιδοκιμαστικά σχόλια στους Πυθαγόρειους οι οποίοι αποκάλυπταν τα μυστικά της φύσης, μόνο σε όσους ήταν μνημένοι στην μελέτη των μαθηματικών και σε κάποιες άλλες τελετουργίες. Σε κάθε περίπτωση όμως, αυτή η κρυψίνοια ρίχνει ίσως κάποιο φως στον σταδιακό τρόπο με τον οποίο διαδόθηκε η θεωρία του.

Ο Kuhn παραλείπει το έκτο κεφάλαιο που αναφέρεται στην απεραντοσύνη του διαστήματος σε σύγκριση με το μέγεθος της Γης. Τα κεφάλαια επτά, οκτώ και εννέα αναφέρονται στην θεωρία της κίνησης της Γης την οποία ο Kuhn θεωρεί σαν ένα αντιληπτικό σχήμα το οποίο σχεδιάστηκε με στόχο να επιτρέψει την αντιμετάθεση των ρόλων Ήλιου και Γης χωρίς, όπως υποστηρίζει, να ανατρέψει το ουσιαστικά Αριστοτελικό Σύμπαν. Κατά τον Κοπέρνικο, όλη η ύλη ουράνια και γήινη, συγκεντρώνεται σε σφαίρες οι οποίες περιστρέφονται λόγω εσωτερικών αιτίων που καθορίζονται από την φύση τους. Ένα τμήμα ύλης διαχωρισμένο από την φυσική του θέση συνεχίζει να περιστρέφεται ακολουθώντας την τροχιά της σφαίρας από την οποία προέρχεται και ταυτόχρονα έχει την τάση να επιστρέψει στον φυσικό του τόπο ακολουθώντας ευθύγραμμη κίνηση. Αυτή η θεωρία, υποστηρίζει ο Kuhn, εκτός από αστήρικτη δεν είναι και πρωτότυπη αφού αναφέρεται σε προγενέστερους συγγραφείς, και ιδιαίτερα στον Nicole d' Oresme (1320-1382) φιλόσοφο του ύστερου μεσαίωνα. Η ουσιαστική αποτυχία του Κοπέρνικου να δημιουργήσει μία φυσική βάση πάνω στην οποία να στηρίξει την θεωρία του όμως δεν τον εμποδίζει να αναπτύξει κατ' αρχάς

ανεπεξέργαστα στο πρώτο βιβλίο του, την αστρονομική και κοσμολογική θεωρία του. Αυτή όμως η ανεπάρκεια από φυσική άποψη, αποδεικνύει ότι οι συνέπειες της αστρονομικής του θεωρίας υπερβαίνουν το αστρονομικό πρόβλημα από το οποίο αυτή προέρχεται και φανερώνουν ακόμη ότι και ο ίδιος ο Κοπέρνικος, όπως υποστηρίζει ο Kuhn, δεν είχε αντιληφθεί πλήρως, την επανάσταση που γεννήθηκε από την εργασία του. Η κίνηση της Γης σε ένα καθαρά Αριστοτελικό σύμπαν, αποτελεί ανωμαλία αλλά είναι απόλυτα συμβατή με το σύμπαν που προτείνεται από τον Κοπέρνικο στο *De Revolutionibus* αφού, όπως εξηγεί ο ίδιος, απλά η κίνηση του Ήλιου έχει μεταφερθεί στην Γη. Ο Ήλιος αποτελεί το κέντρο γύρω από το οποίο δομείται το σύμπαν και διατηρεί όλες τις ιδιότητες που είχε πριν η Γη, καθώς και κάποιες επιπλέον. Το σύμπαν του Κοπέρνικου ωστόσο, υποστηρίζει ο Kuhn, εξακολουθεί να παραμένει πεπερασμένο και οι ομόκεντρες σφαίρες, συνεχίζουν να κινούν όλους τους πλανήτες ακόμη και αν η κίνησή τους δεν επηρεάζονται πλέον από την σφαίρα των απλανών η οποία είναι ακίνητη. Οι κινήσεις είναι κυκλικές, και η κινούμενη Γη δεν επιτρέπει στον Κοπέρνικο να απαλλαγεί από τους επικύκλους. Η Κοπερνικιανή Επανάσταση, καταλήγει ο Kuhn, είναι δύσκολο να ανιχνευθεί στο *De Revolutionibus* και αυτό αποτελεί την δεύτερη ιδιομορφία αλλά και δυσκολία του κειμένου.

Η σφαίρα της Γης και η σφαίρα των απλανών.

Τα κεφάλαια 10 και 11 που ακολουθούν στην συνέχεια, σύμφωνα με τον Kuhn, αναφέρονται σε σχεδόν αμιγώς τεχνικά αστρονομικά θέματα, τα οποία διαπραγματεύονται με έναν τρόπο διαφορετικό και πέραν των επιχειρημάτων που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα και τα οποία απευθύνονταν στους απλούς αναγνώστες. Μέσα από αυτά θα γίνει μία προσπάθεια να αιτιολογηθεί, γιατί οι αστρονόμοι θα έπρεπε να έχουν επηρεαστεί περισσότερο από τους απλούς ανθρώπους με τις προτάσεις του Κοπέρνικου.

Ο Κοπέρνικος εφοδίασε την Γη με τρεις ταυτόχρονες κυκλικές κινήσεις: μία ημερήσια περιστροφή γύρω από τον άξονα της, μία ετήσια τροχιακή κίνηση και μία ετήσια κωνική περιστροφή του άξονα της. Η ημερήσια εξ' ανατολών περιστροφή, είναι αυτή που προκαλεί την φαινόμενη κυκλική πορεία των απλανών του ήλιου της σελήνης και των πλανητών. Αν η Γη είναι τοποθετημένη στο κέντρο της σφαίρας των απλανών και υποθέσουμε ότι περιστρέφεται εξ' ανατολών προς δυσμάς κατά τον άξονα Βορρά Νότου, τότε όλα τα αστέρια της σφαίρας τα οποία είναι ακίνητα ή περίπου ακίνητα φαίνονται να κινούνται στον ορίζοντα διαγράφοντας τόξα εκ Δυσμών προς Ανατολάς

όπως ακριβώς φαίνονται να κινούνται και τα ουράνια σώματα σε μικρά χρονικά διαστήματα. Αυτές οι κυκλικές τροχιές πραγματοποιούνται, αν θεωρήσουμε την σφαίρα των απλανών κινούμενη και τον παρατηρητή ακίνητο σύμφωνα με τον Πτολεμαίο ή αν θεωρήσουμε έναν περιστρεφόμενο παρατηρητή απέναντι στην ακίνητη σφαίρα των άστρων σύμφωνα με τον Κοπέρνικο. Και στις δύο περιπτώσεις θεωρούμε το σύμπαν των δύο σφαιρών δηλαδή την σφαίρα της Γης και την σφαίρα των απλανών. Ένας παρατηρητής, ο οποίος βρίσκεται στην γραμμή του ορίζοντα και παρατηρεί τα άστρα, δεν είναι δυνατόν να αντιληφθεί την διαφορά μεταξύ των δύο παραπάνω περιπτώσεων αφού όποια και να θεωρήσει ότι συμβαίνει, αυτό που βλέπει είναι άστρα και πλανήτες να κινούνται από το αριστερό άκρο του ορίζοντα στο δεξιό στα ίδια κυκλικά μονοπάτια.

Μέχρι αυτό το σημείο, αναφέρει ο Kuhn, έχουμε κρατήσει την περιστρεφόμενη Γη στο κέντρο της σφαίρας των απλανών δηλαδή έχουμε θεωρήσει ένα μοντέλο του κόσμου παρόμοιο με αυτό που εισήγαγε ο Ηρακλείδης ο Ποντικός. Η παραπάνω διάταξη επίσης, αποτελεί το πρώτο βήμα προς ένα Κοπερνίκιο σύμπαν το οποίο για να ολοκληρωθεί, απαιτεί στη συνέχεια ένα επόμενο στάδιο, πιο δύσκολο και πιο ριζοσπαστικό. Όπως σημειώνει ο Κοπέρνικος στο κεφάλαιο πέντε, εάν είμαστε προετοιμασμένοι να αποδεχτούμε την πιθανότητα της κίνησης της Γης ολοκληρωτικά, πρέπει να είμαστε ταυτόχρονα και προετοιμασμένοι να θεωρήσουμε κίνηση όχι μόνο στο κέντρο, (γύρω από τον άξονά της) αλλά και σε τροχιά γύρω από το κέντρο. Στην πραγματικότητα υποστηρίζει ο Κοπέρνικος, μία κινούμενη Γη δεν χρειάζεται να βρίσκεται στο κέντρο της σφαίρας των απλανών αλλά σε κάποια σχετική απόσταση από αυτό, τέτοια όμως ώστε να μην επηρεάζεται από αυτήν την κίνηση, η φαινόμενη κίνηση των άστρων. Αυτή η άποψη ήταν δύσκολο να γίνει αποδεκτή από τους αστρονόμους γιατί αντίθετα με την αντίληψη της ακινησίας της Γης η οποία προέρχεται μόνο από την κοινή αίσθηση και από την γήινη φυσική, η άποψη της φαινόμενης θέσης της Γης στο κέντρο της κίνησης μπορεί να προέλθει και από την αστρονομική παρατήρηση. Η άποψη του Κοπέρνικου, συνεχίζει ο Kuhn, για την θέση της Γης εκτός του κέντρου της κίνησης αρχικά φάνηκε να έρχεται σε αντίθεση με τα δεδομένα και τις συνέπειες της άμεσης αστρονομικής παρατήρησης. Θέλοντας να αποφύγει αυτό το πρόβλημα ο Κοπέρνικος, αναγκάστηκε να αυξήσει απεριόριστα το μέγεθος της σφαίρας των απλανών, κάνοντας έτσι και ένα πρώτο βήμα προς την κατεύθυνση της αντίληψης ενός άπειρου σύμπαντος, το οποίο επεξεργάστηκαν και ανέπτυξαν στην συνέχεια οι διάδοχοί του.

Η κεντρική θέση της Γης εντός της σφαίρας των απλανών μπορεί να θεωρηθεί ότι προέρχεται από την παρατήρηση ότι η γραμμή του ορίζοντα για κάθε γήινο παρατηρητή διχοτομεί την σφαίρα των απλανών. Η εαρινή ισημερία και η φθινοπωρινή ισημερία είναι για παράδειγμα δύο αντιδιαμετρικά σημεία της αστρικής σφαίρας τα οποία ορίζονται από τα σημεία τομής δύο μέγιστων κύκλων αυτής της σφαίρας που είναι ο ισημερινός και η εκλειπτική. Με την παρατήρηση φαίνεται ότι όταν το ένα από τα δύο σημεία ανατέλλει στον ορίζοντα το άλλο δύει. Αυτό πρέπει να συμβαίνει και με οποιαδήποτε αντιδιαμετρικά σημεία. Φαινομενικά αυτές οι παρατηρήσεις μπορούν να εξηγηθούν αν υποθέσουμε ότι η επιφάνεια του ορίζοντα τέμνει την αστρική σφαίρα κατά έναν μέγιστο κύκλο που αποτελεί και τον μοναδικό τρόπο με τον οποίο δύο αντιδιαμετρικά σημεία συμπεριφέρονται όπως προαναφέρθηκε. Όμως η επιφάνεια του ορίζοντα εφάπτεται στην Γήινη σφαίρα επομένως για να συμβαίνουν τα παραπάνω θα πρέπει ή η Γη να βρίσκεται στο κέντρο της κίνησης ή να βρίσκεται πολύ κοντά σ' αυτό, και να είναι πολύ μικρή σε σχέση με την σφαίρα των απλανών. Η παρατήρηση με γυμνό μάτι όμως δεν δείχνει κάτι τέτοιο αλλά αποδεικνύει ότι όταν η εαρινή ισημερία ανατέλλει, η φθινοπωρινή ισημερία είναι ήδη κατά ένα βαθμό κάτω από τον ορίζοντα. Επίσης ακόμη και αν ληφθεί υπ' όψιν η διάθλαση της ατμόσφαιρας, η παρατήρηση δείχνει ότι όταν το χειμερινό ηλιοστάσιο βρίσκεται στον δυτικό ορίζοντα, το θερινό ηλιοστάσιο βρίσκεται έξι λεπτά της μοίρας κάτω από τον ανατολικό ορίζοντα. Επομένως αν υποθέσουμε ότι η επιφάνεια του ορίζοντα διχοτομεί κατά προσέγγιση την αστρική σφαίρα τότε ο Γήινος παρατηρητής θα πρέπει να βρίσκεται σχετικά κοντά στο κέντρο της σφαίρας. Το πόσο κοντά εξαρτάται από την ακρίβεια της παρατήρησης. Για παράδειγμα αν γνωρίζουμε ότι το ένα ηλιοστάσιο βρίσκεται στον ορίζοντα ενώ το άλλο απέχει κατά 0.1° , τότε για να συμβαίνει αυτό ο παρατηρητής θα πρέπει να βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη από το 0.001 της ακτίνας της αστρικής σφαίρας. Επίσης αν η παρατήρηση δείχνει ότι η διαφορά των ηλιοστασίων είναι περίπου 0.01° τότε η ακτίνα της εσωτερικής σφαίρας δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από το 0.0001 της ακτίνας της αστρικής σφαίρας επομένως η Γη μπορεί να βρίσκεται οπουδήποτε εντός της εσωτερικής σφαίρας που ορίζεται από αυτήν την ακτίνα χωρίς να παραβιάζεται η ακρίβεια των παρατηρήσεων.

Αυτό είναι, όπως αναφέρει ο Kuhn, το επιχείρημα του Κοπέρνικου με το οποίο η Γη μπορεί να κινείται περιορισμένα στο εσωτερικό μίας σφαίρας και να περιστρέφεται σε κυκλική τροχιά γύρω από το κέντρο της αστρικής σφαίρας ή γύρω από τον Ήλιο αν αυτός τοποθετηθεί στο κέντρο. Ο Κοπέρνικος υπολόγισε την ακτίνα της αστρικής

σφαίρας περίπου ίση με 1528000 γήινες ακτίνες αρκετά μεγαλύτερη από την εκτίμηση για παράδειγμα του Άραβα αστρονόμου Al Fargani που την είχε υπολογίσει περίπου σε 20.110 γήινες ακτίνες δηλαδή 75 φορές μικρότερη. Το σύμπαν του Κοπέρνικου είναι σημαντικά μεγαλύτερο από αυτό της παραδοσιακής κοσμολογίας, με όγκο 400000 φορές μεγαλύτερο αφήνοντας μεταξύ του Κρόνου και των πλανητών ένα τεράστιο κενό διάστημα παραβιάζοντας έτσι τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούν οι ομόκεντρες σφαίρες της παραδοσιακής κοσμολογίας αν και όπως αναφέρει ο Κουν, ο Κοπέρνικος φαίνεται να αγνοεί την ρήξη αυτή.

Ο Κοπέρνικος σύμφωνα με τον Kuhn είναι ο πρώτος από τους νεώτερους αστρονόμους ο οποίος ανέπτυξε ένα πλήρες σύστημα γύρω από την κίνηση της Γης. Άρα μπορεί να θεωρηθεί ο πρώτος μοντέρνος αστρονόμος. Όπως φαίνεται όμως από την μελέτη του *De Revolutionibus*, ισοδύναμα μπορεί να θεωρηθεί και ο τελευταίος Πτολεμαϊκός αστρονόμος. Η ακινησία της Γης αποτελούσε βασική αρχή της Πτολεμαϊκής αστρονομίας και ο Κοπέρνικος ανέτρεψε αυτήν την αρχή, όμως το κοσμολογικό πλαίσιο, εντός του οποίου αυτή η αστρονομία εμπεδώθηκε, η φυσική, γήινη και ουράνια και οι μαθηματικές μέθοδοι που χρησιμοποίησε ώστε από το σύστημά του να προκύψουν κατάλληλα συμπεράσματα, όλα προέρχονται από την αρχαία και την μεσαιωνική επιστημονική παράδοση. Αν και μεταξύ των ιστορικών της επιστήμης υπάρχει μία διχογνωμία γύρω από το αν ο Κοπέρνικος είναι ο πρώτος νεώτερος ή ο τελευταίος Πτολεμαϊκός αστρονόμος, ο Kuhn πιστεύει ότι το ερώτημα είναι άτοπο υποστηρίζοντας ότι τίποτα από τα δύο δεν ισχύει και ότι απλά ο Κοπέρνικος είναι ένας Αναγεννησιακός αστρονόμος στον οποίο την εργασία οι δύο παραδόσεις αναμιγνύονται.

Για τους οπαδούς του Κοπέρνικου κατά τον 16ο και 17ο αιώνα, υποστηρίζει ο Kuhn, η πρωτεύουσα σημασία του *De Revolutionibus* έγκειται στην ξεχωριστή καινοτομία της κινούμενης Γης, καθώς και στις κανονικότητες που προέκυπταν από αυτήν. Για αυτούς η θεωρία του Κοπέρνικου σήμαινε κυρίως την τριπλή κίνηση της Γης και αρχικά μόνο αυτήν. Οι προερχόμενες από την αρχαία παράδοση παραδοχές τις οποίες χρησιμοποίησε ο Κοπέρνικος για να υφάνει την δική του θεωρία για αυτούς δεν θεωρούνταν ουσιαστικά στοιχεία της δουλειάς του αφού προερχόμενα από την αρχαία παράδοση δεν αποτελούσαν την προσωπική του συμβολή στην επιστήμη. Το *De Revolutionibus* και το θέμα της κίνησης της Γης, αποτελούσε για αυτούς την αφετηρία της νέας αστρονομικής και κοσμολογικής παράδοσης και την αποκορύφωση της

αρχαίας και δεν ασχολούνταν με τα προβλήματα της αρχαίας αστρονομίας αφού τα είχε αντιμετωπίσει ο Κοπέρνικος, αλλά με τα προβλήματα που προέκυπταν από το ηλιοκεντρικό σύστημα. Ο Κοπέρνικος με την ηλιοκεντρικό του σύστημα, ανέδειξε προβλήματα, τα οποία ούτε αυτός ούτε οι προκάτοχοί του είχαν αντιμετωπίσει ξανά. Η νέα αστρονομία στρεφόταν προς τον Κοπέρνικο κατά τον ίδιο τρόπο με τον οποίο ο Κοπέρνικος στρεφόταν στον Ύπαρχο και τον Πτολεμαίο.

Συμπεράσματα

Οι μεγάλες ανακατατάξεις στα θεμελιώδη θέματα της επιστήμης, εξηγεί ο Kuhn, συμβαίνουν βαθμιαία. Η δουλειά ενός, ανθρώπου μπορεί να παίζει εξέχοντα ρόλο σε μία τέτοια εξέλιξη και όταν συμβεί αυτό, όπως στο De Revolutionibus, εισάγεται η επανάσταση με μία μικρή καινοτομία η οποία φέρνει την επιστήμη αντιμέτωπη με νέα προβλήματα ή όπως στα Principia του Newton τερματίζεται η επανάσταση ολοκληρώνοντας επιστημονικές ανακαλύψεις. Το εύρος της καινοτομίας το οποίο μπορεί να παραχθεί από έναν μόνο άνθρωπο είναι αναγκαστικά περιορισμένο γιατί θα πρέπει να χρησιμοποιήσει οπωσδήποτε στην έρευνά του εργαλεία που προέρχονται από την προϋπάρχουσα επιστημονική κατάσταση αφού δεν είναι δυνατόν μέσα στα περιορισμένα όρια της ανθρώπινης ζωής να τα αντικαταστήσει όλα. Επομένως όπως φαίνεται, αρκετά από τα στοιχεία που εμφανίζονται στο De Revolutionibus και χαρακτηρίστηκαν σαν ασυμφωνίες, αποτελούν ασυμφωνίες μόνο για εκείνους οι οποίοι προσδοκούσαν να ανιχνεύσουν ολόκληρη την Κοπερνίκια επανάσταση στο έργο προς χάριν του οποίου έλαβε αυτό το όνομα. Αυτή όμως η προσδοκία προέρχεται από μία παρανόηση του τρόπου με τον οποίο παράγονται τα νέα σχήματα της επιστημονικής σκέψης. Τα όρια που τίθενται από το De Revolutionibus, θα μπορούσαν να θεωρηθούν σαν ουσιαστικά και τυπικά χαρακτηριστικά κάθε επαναστατικής κατασκευής.

Καταλήγοντας ο Kuhn υποστηρίζει ότι, οι φαινόμενες ασυμβατότητες που υπάρχουν στο De Revolutionibus, αντανακλούν την προσωπικότητα του συγγραφέα του η οποία κατά τον Kuhn ήταν και η πλέον κατάλληλη για την ανάπτυξη της αστρονομίας δεδομένου ότι ο Κοπέρνικος ήταν ένας αφοσιωμένος ειδικός. Ανήκε στην αναβιωμένη Ελληνιστική παράδοση της μαθηματικής αστρονομίας, η οποία έδινε έμφαση στο μαθηματικό πρόβλημα των πλανητών με στόχο την κοσμολογική ερμηνεία. Για τους προκατόχους του, η φυσική ασυμβατότητα ενός επικύκλου, δεν αποτελούσε σημαντικό μειονέκτημα του Πτολεμαϊκού συστήματος και κατά τον ίδιο τρόπο ο Κοπέρνικος αδιαφόρησε για την ασυμβατότητα μεταξύ μίας κινούμενης Γης και ενός

κατά τα άλλα παραδοσιακού σύμπαντος. Για αυτόν οι μαθηματικές μέθοδοι είχαν προτεραιότητα επομένως, φορώντας παρωπίδες θα λέγαμε, εστίασε κυρίως την προσοχή του στις μαθηματικές κανονικότητες και αρμονίες των ουρανών, άρα για οποιονδήποτε δεν μοιραζόταν αυτές τις απόψεις το σύμπαν του Κοπέρνικου ήταν πολύ λεπτομερές και η αίσθηση των αξιών του ίσως παράλογη. Αυτά τα χαρακτηριστικά όμως, υποστηρίζει ο Kuhn, αποτελούν χαρακτηριστικά ενός ανθρώπου ο οποίος εγκαινίασε μία επανάσταση στην αστρονομία και στην κοσμολογία και οι παρωπίδες με τις οποίες περιόρισε την παρατήρησή του, αποδείχθηκαν λειτουργικές με την έννοια ότι ο προβληματισμός για τις ασυμβατότητες που διαπίστωσε γύρω από τις αστρονομικές προβλέψεις τον έκαναν, στην προσπάθειά του να δώσει λύση, να εισαγάγει την κοσμολογική «αίρεση» που αποτελούσε η κίνηση της Γης. Επίσης αυτές οι παρωπίδες ίσως τον βοήθησαν να αποφύγει να αντιμετωπίσει τις μη αστρονομικές συνέπειες της θεωρίας του, συνέπειες, οι οποίες οδήγησαν ανθρώπους που είχαν περιορισμένη οπτική θεώρηση, να απορρίψουν την θεωρία του θεωρώντας την παράλογη. Κυρίως όμως η αφοσίωση του Κοπέρνικου στις ουράνιες κινήσεις είναι υπεύθυνη για την αξιοσημείωτη λεπτομέρεια με την οποία προσέγγισε τις μαθηματικές συνέπειες της κίνησης της Γης και ενίσχυσε με αυτές την υπάρχουσα γνώση. Αυτή η λεπτομερής μαθηματική ανάλυση αποτελεί και την ουσιαστική συμβολή του Κοπέρνικου. Τόσο πριν όσο και μετά τον Κοπέρνικο υπήρξαν αρκετοί αστρονόμοι πιο ριζοσπαστικοί από αυτόν προτείνοντας ένα άπειρο και αποτελούμενο από πολλούς κόσμους σύμπαν. Όμως κανείς από αυτούς δεν πρότεινε κάτι παρόμοιο με αυτό που περιγράφεται στα τελευταία βιβλία του *De Revolutionibus*. Αυτά τα βιβλία έδειξαν για πρώτη φορά έναν πρότυπο και αποτελεσματικό τρόπο προσέγγισης της αστρονομίας εγκαθιστώντας μία σταθερή βάση για την μετέπειτα ανάπτυξή της. Αν είχε εμφανισθεί μόνο το πρώτο βιβλίο, η Κοπερνίκια Επανάσταση σίγουρα θα είχε το όνομα κάποιου άλλου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

Κριτική του Robert Westman στις θέσεις του Thomas Kuhn

Ο Robert Westman, στο άρθρο με τίτλο *Two Cultures or one?: A Second Look at Kuhn's The Copernican Revolution* που δημοσιεύθηκε τον Μάρτη του 1994 στο περιοδικό *Isis*, Vol 85, No 1, στις σελίδες 79 έως 115, εξετάζοντας τις απόψεις του Thomas Kuhn που αναπτύσσονται, στο έργο του *The Copernican Revolution*, ασκεί κριτική. Σύμφωνα με αυτόν ο Kuhn, αναλύοντας αποτελεσματικά τα τεχνικά στοιχεία της πρώιμης αστρονομίας, εξυφαίνει παράλληλα και εξηγεί το πλαίσιο της διανοητικής αλλαγής που προκάλεσε στο επιστημονικό αλλά και κοινωνικό περιβάλλον της Ευρώπης η νέα θεωρία. Κατά τον Westman ο Kuhn, ορίζει την επιστημονική αστρονομική επανάσταση, ως μία διαδικασία που αφορά κυρίως δύο πεδία μελέτης. Το πρώτο έχει αντικείμενο τα εσωτερικά τεχνικά στοιχεία της αστρονομίας, που αποτελεί και τον πυρήνα της μεταβολής, ενώ το δεύτερο δίνει έμφαση στο σύνολο των εξωτερικών παραγόντων και επιδράσεων που συνετέλεσαν στην δημιουργία, αποδοχή και καθιέρωση της νέας άποψης πάνω σ' αυτήν και τις μετέπειτα επιπτώσεις, όταν πλέον έγινε ευρύτερα αποδεκτή. Ο Kuhn υποστηρίζει ότι πολλές φορές οι εξωτερικοί και άσχετοι με το επιστημονικό ειδικό μέρος της συγκεκριμένης επιστήμης παράγοντες δημιουργούν κάποιες φορές, ένα περιβάλλον ανοικτό σε νέα πεδία διανοητικής αντίληψης προσεγγίζοντας νέους ορίζοντες γνώσης. Πολλοί επιστήμονες πιστεύουν, ότι οι θεωρίες που παράγουν, αντιπροσωπεύουν και απεικονίζουν τον κόσμο, κάτι που ανεξάρτητα από το αν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα ή όχι, αποτελεί θετική και γόνιμη προσπάθεια για περαιτέρω προβληματισμό αλλά και για την διερεύνηση και την ανακάλυψη του αγνώστου ενώ παράλληλα καθορίζει και έναν τρόπο οργάνωσης της γνώσης. Για παράδειγμα, το Αριστοτελικό και Πτολεμαϊκό σύμπαν των δύο σφαιρών ικανοποίησε αρχικά μία σειρά από παρατηρησιακά δεδομένα όμως ταυτόχρονα ικανοποίησε και μία εσωτερική ψυχολογική επιθυμία του ανθρώπου να καθορίσει και να περιγράψει τον χώρο του δηλαδή την περιοχή, την οποία μπορούσε ως ένα σημείο να παρατηρήσει και με την οποία αισθανόταν εξοικειωμένος σε σχέση με το άλλο άγνωστο και ανεξερεύνητο δια μέσου των αισθήσεων μέρος. Δηλαδή προσέδωσε στον άνθρωπο μία γνωσιακή ασφάλεια. Αυτές οι πρώτες γνώσεις, τον οδήγησαν στην συνέχεια στην πεποίθηση ότι οι σφαίρες είναι υπαρκτές και η εν συνεχεία μελέτη και επεξεργασία δημιούργησε ένα αντιληπτικό σχήμα, του οποίου η πιθανότητα ύπαρξης και η επέκταση εν συνεχεία είχαν ως αποτέλεσμα να διαμορφωθεί σε φυσική θεωρία.

Γράφοντας για τις ιστορικές φάσεις που προηγήθηκαν της Κοπερνίκιας επανάστασης ο Kuhn αναφέρεται στις εξωτερικές «τρέχουσες απόψεις» που επικρατούσαν γενικότερα στο πνευματικό περιβάλλον του Ευρωπαϊκού χώρου. Για παράδειγμα ο Λατινικός Μεσαιωνικός Σχολαστικισμός δημιούργησε ένα κλίμα Αριστοτελικής κριτικής που άνοιξε τον δρόμο σε νέες δυνατότητες αντίληψης των πραγμάτων, με κατεύθυνση την αναζήτηση διαφορετικών εξηγήσεων για την ερμηνεία του κόσμου. Επίσης, είχε αναπτυχθεί μία ισχυρή δυναμική γύρω από την πιθανότητα της ημερήσιας κίνησης της γης, καθώς και της ενοποίησης των δύο Αριστοτελικών περιοχών της υπό-σελήνιας και της υπέρ-σελήνιας, και αυτό αργότερα έπαιξε σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση και εξέλιξη της θεωρίας του Νεύτωνα. Η επίδραση της Κοπερνίκιας θεωρίας κατά τον 17^ο αιώνα επέτρεψε τέτοια ελευθερία στην κοσμολογική σκέψη που όπως αναφέρει χαρακτηριστικά ο Kuhn θα τρώμαζε και τον Κοπέρνικο και τον Κέπλερ.

Η γνώση για τον κόσμο και τα φυσικά φαινόμενα την εποχή της Αναγέννησης, δεν ήταν πλέον επαρκής και αυτό γινόταν φανερό, από διάφορες νέες καταστάσεις και διαδικασίες για τις οποίες οι εξηγήσεις δεν ήταν ικανοποιητικές. Για παράδειγμα, οι γεωγραφικές εξερευνήσεις οι οποίες επέκτειναν σημαντικά τα όρια του μέχρι τότε γνωστού κόσμου, υποδείκνυαν ότι ο Πτολεμαίος του οποίου η αυθεντία ήταν δεδομένη για περίπου 1200 χρόνια ίσως και να είχε κάνει λάθος. Επίσης προσπάθειες που γίνονταν για την αναμόρφωση του ημερολογίου αποκάλυπταν ανεπάρκειες στις υπάρχουσες τεχνικές των αστρονομικών υπολογισμών. Η επανεμφάνιση και μελέτη των αρχαίων κειμένων οδηγούσε ήδη τους προγενέστερους του Κοπέρνικου να πιστεύουν ότι είχε πλέον έλθει ο καιρός για αλλαγή. Ο ανθρωπισμός αν και περιορισμένος σε αυστηρά ακαδημαϊκά όρια, αποκάλυψε και διέδωσε μία γόνιμη ορθολογική τάση στις νεοπλατωνικές φιλοσοφικές αντιλήψεις. Και τέλος, αξιοσημείωτο παραμένει το γεγονός της ανακάλυψης της τυπογραφίας, που συνέβαλε αποφασιστικά στην ευρύτατη διάδοση των νέων κειμένων όπως τα έργα του Κοπέρνικου. Όλα τα παραπάνω, είναι εξωτερικά μη επιστημονικά αίτια που μπορούν όμως να θεωρηθούν κίνητρα, που οδήγησαν στην ανάδυση της Κοπερνίκιας θεωρίας.

Ένας μείζον παράγοντας επίσης που αφορά εξωτερικά μη επιστημονικά στοιχεία που κινητοποίησαν την νέα θεωρία του Κοπέρνικου, ήταν οι διανοητικές επιρροές που δέχθηκε από το περιβάλλον του. Αν και ο Kuhn παραδέχεται ότι είναι δύσκολο να υποθέσει κάποιος ότι η νεοπλατωνική επίδραση είναι προγενέστερη ή μεταγενέστερη της νέας αστρονομίας, υποθέτει όμως ότι ένας σημαντικός φορέας αυτών των ιδεών

ήταν ο φίλος και δάσκαλος του Κοπέρνικου, Domenico Maria de Novara (1454-1504). Δεν υπάρχει καμία άμεση μαρτυρία ότι ο Domenico ήταν μεταξύ αυτών που άσκησαν κριτική στην θεωρία του Κοπέρνικου από νεοπλατωνική σκοπιά, αντίθετα, υπάρχει μία μη νεοπλατωνική κριτική που ασκεί στην Γεωγραφία του Πτολεμαίου και είναι ενσωματωμένη στην εισαγωγή ενός αστρολογικού ωροσκοπίου που δημοσιεύθηκε στην Bologna το 1489.

Ο Kuhn αποδίδει έναν σημαντικό ρόλο στον νεοπλατωνισμό σαν μεταφυσικό υπόβαθρο στην *Copernican Revolution*, και αυτό ίσως οφείλεται στην επίδραση του έργου του E. A. Burt *Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, όπως αναφέρει ο Westman. Και έχοντας αποδεχθεί την ιδεολογική επίδραση του Novara στον Κοπέρνικο ο Kuhn υποστηρίζει στην συνέχεια ότι και ο Κέπλερ ήταν ένας νεοπλατωνιστής που υιοθέτησε την θεωρία του Κοπέρνικου και για λόγους σχετικούς με την μαγεία μέσω των αριθμών και της λατρείας του ήλιου. Με τους παραπάνω ισχυρισμούς, υποστηρίζει ο Kuhn, διαμορφώθηκε ένα διανοητικό πλαίσιο ευνοϊκό το οποίο υποθέτει ότι έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην ανάδυση της νέας θεωρίας,

Η γενική ιδέα της αστρονομίας.

Ο τρόπος με τον οποίο ο Kuhn αντιλαμβάνεται την αστρονομία σαν επιστήμη, υποστηρίζει ο Westman, περιέχει όρους που ο ίδιος έχει καθορίσει και είναι διαφορετικοί από αυτούς που ενδεχόμενα είχαν υπ' όψιν τους οι βασικοί παράγοντες που εμπλέκονταν με αυτήν. Για παράδειγμα δίνει σημασία στο τεχνικό μέρος, δηλαδή στις αποδείξεις και στον ορθολογισμό που προκύπτει από το αυστηρά επιστημονικό μέρος, αλλά θέτει και κριτήρια αξιολόγησης της που αφορούν το εξωτερικό μεταφυσικό ή ψυχολογικό υπόβαθρο. Για το αντιληπτικό σχήμα που αφορά τα τεχνικά στοιχεία της θεωρίας, υποστηρίζει ότι αυτό κατ' αρχάς, καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο γίνεται κατανοητή μία θεωρία αφού περιλαμβάνει μία σειρά από τεχνικά ζητήματα, γεωμετρικά μοντέλα και αστρονομικές παρατηρήσεις για τις οποίες υπάρχει συμφωνία μεταξύ των επιστημόνων. Αυτό μελετάται όμως ξεχωριστά από τις κοινωνικές σχέσεις και το περιβάλλον εντός του οποίου δημιουργήθηκαν. Οι επιστήμονες σε γενικές γραμμές υποστηρίζει ο Kuhn, ασχολούνται και δίνουν λύσεις στο πρόβλημα των πλανητών, και αυτό σίγουρα αποτελεί τον πυρήνα της αφήγησης. Τα αποτελέσματα όμως των επιστημονικών επιτευγμάτων και οι επιδράσεις τους γενικότερα στο κοινωνικό περιβάλλον είναι αυτό που ορίζει σαν επανάσταση με την ευρεία έννοια.

Σύμφωνα με τον Westman ένα στοιχείο που καθιστά τις απόψεις του Kuhn γύρω από τα κίνητρα του Κοπέρνικου εν μέρει αμφισβητήσιμες είναι το ότι δεν λαμβάνει καθόλου υπ' όψιν του την επίδραση της αστρολογίας. Ο Kuhn θεωρεί ότι η αστρονομία και η αστρολογία είναι δύο εντελώς διαφορετικά πεδία μελέτης τα οποία δεν συσχετίζονται. Οι αστρολόγοι, υποστηρίζει όπως και οι ανθρωπιστές οι ποιητές, οι θεολόγοι και οι νεοπλατωνικοί φιλόσοφοι, βρίσκονται εντελώς έξω από το επιστημονικό πεδίο της αστρονομίας. Οι θέσεις που κατέχουν στην κοινωνία είναι διαφορετικές και διακρίνονται σε αστρονόμους από την μία και μη αστρονόμους από την άλλη. Όπως λέμε δηλαδή επιστήμονες και μη επιστήμονες. Εντούτοις, υποστηρίζει ο Westman, υπάρχουν αρκετά στοιχεία όπως έχει αναφερθεί νωρίτερα που συγκλίνουν στο συμπέρασμα ότι το όλο θεωρητικό πλαίσιο και τα κίνητρα που ώθησαν τον Κοπέρνικο στην ηλιοκεντρική υπόθεση, πηγάζουν από ένα πλέγμα αστρονομικών, αλλά και αστρολογικών θεωρήσεων. Αν και ο Kuhn κάνει κάποιες εντελώς λογικές και μη επιδεχόμενες αμφισβήτηση παρατηρήσεις γύρω από την αστρολογία προβάλλοντάς την ως ένα πρωταρχικό κίνητρο για την πάλη του ανθρώπου με το πρόβλημα των πλανητών, στη συνέχεια αυτή η διαπίστωση λησμονείται ή έρχεται σε δεύτερη μοίρα και δεν φαίνεται να έχει κάποιο ιδιαίτερο διανοητικό ή κοινωνικό βάρος στην αφήγηση. Δεδομένης της επιθυμίας του να προσδώσει μία ιδιαίτερη δυναμική σε όλα τα είδη των εξωτερικών επιδράσεων αυτή η στάση του σε σχέση με την αστρολογία φαίνεται παράξενη. Αποτελεί όντως μία αδυναμία της συνολικής αφήγησης, γιατί το ίδιο ακριβώς αντιληπτικό σχήμα το οποίο είναι υπεύθυνο για τον υπολογισμό των πλανητικών κινήσεων με αστρονομικούς όρους, ταυτόχρονα περιλαμβάνει και την υπόθεση ότι οι πλανήτες είναι σε θέση να επηρεάσουν καταστάσεις και γεγονότα στην γη. Δηλαδή ο Kuhn, ενώ εστιάζει στο σύμπαν των δύο σφαιρών της Αλμαγέστης του Πτολεμαίου, αγνοεί εντελώς την Τετράβιβλο. Αυτή όμως η άρνηση και η απόρριψη της αστρολογίας, εκ μέρους του ενδεχομένως να έχει κάποια εξήγηση. Σύμφωνα με τον Westman, όλο το φιλολογικό και φιλοσοφικό πλέγμα με το οποίο είχε σχέση ο Kuhn όπως για παράδειγμα ο Λογικός Θετικισμός, θεωρούσε ότι η αστρολογία ήταν έξω από το πλαίσιο της καθαρής ορθολογικής επιστήμης. Ο Kuhn στην περίφημη διαμάχη του με τον Carl Popper το 1968, υποστήριξε πως «σύμφωνα με τον Sir Carl η ιστορία της αστρολογίας έχει αποδείξει ότι δεν υπάρχει σ' αυτήν θεωρητική παράδοση λύσης προβλημάτων επομένως σύμφωνα με τον ίδιο (τον Kuhn) πρέπει να ταξινομηθεί στις μη επιστημονικές δεξιότητες». Βέβαια, σημειώνει ο Westman, το ότι μπορεί να συγκαταλέγεται στις μη

επιστημονικές δραστηριότητες, δεν σημαίνει ότι δεν συμβάλει και αυτή, όπως ο νεοπλατωνισμός, στην εισαγωγή νέων αντιληπτικών δυνατοτήτων.

Κριτική και ρήξη με την παράδοση

Όσον αφορά το ερώτημα της προέλευσης αυτής καθ' αυτής της θεωρίας του Κοπέρνικου, κατά τον Weastman, ο Kuhn κινείται προς δύο κατευθύνσεις. Η πρώτη έχει σχέση με την παράδοση του παρελθόντος και την προοπτική που προκύπτει από αυτήν και η δεύτερη αποτελεί την προσωπική του άποψη για την εξέλιξη της αστρονομίας μετά την δημοσίευση του *De Revolutionibus*. Επανάσταση, αποτελεί κατά τον ίδιο, ότι έκαναν οι άλλοι όπως ο Κέπλερ, χρησιμοποιώντας το βιβλίο του Κοπέρνικου και υιοθετώντας αλλά και μεταβάλλοντας ως ένα βαθμό το θεωρητικό του πλαίσιο. Αυτή η επανάσταση βέβαια σίγουρα δεν θα είχε γίνει αν το βιβλίο δεν υπήρχε. Ο Κουν υποστηρίζει ότι ο ίδιος ο Κοπέρνικος δεν είχε την πρόθεση να ξεκινήσει μία επανάσταση. Απλά έκανε μία προσπάθεια να βελτιώσει τις τεχνικές που χρησιμοποιούσαν για τον υπολογισμό των πλανητικών θέσεων. Η αρχική ιδέα με άλλα λόγια, προήλθε από τις τεχνικές μετρήσεις και τις διαδικασίες που υφίσταντο στο εσωτερικό θεωρητικό μέρος της προϋπάρχουσας αστρονομικής παράδοσης. Στο 1^ο βιβλίο του *De Revolutionibus* ο Κοπέρνικος εκθέτει μία γενική περιγραφή του συστήματος του κόσμου κέντρο του οποίου δεν είναι πλέον η γη, αλλά ο ήλιος χωρίς να υπεισέρχεται σε μετρήσεις και που σύμφωνα με τον ίδιο απευθύνεται σε αναγνώστες χωρίς αστρονομική εκπαίδευση. Δηλαδή στο έργο του, ακολούθησε τον Πτολεμαϊκό τρόπο οργάνωσης, θέτοντας πρώτα τις βασικές αρχές του κοσμικού του συστήματος.

Το 1973, αναφέρει ο Westman, ο Noel Swerdlow (1973) πρότεινε μία εντελώς διαφορετική άποψη της προ Κοπερνίκιας παράδοσης και της εν συνεχεία σχέσης του Κοπέρνικου με αυτήν. Σύμφωνα με αυτήν, η προβληματική του Κοπέρνικου μπορεί να ανιχνευθεί στο πρώτο αξίωμα του *Comentariolus*, του πρώτου χειρόγραφου έργου του Κοπέρνικου το οποίο περιείχε μία πρώτη αναφορά του Κοπέρνικου στην ηλιοκεντρική θεωρία. Σύμφωνα με τον Swerdlow, ο Κοπέρνικος πίστευε ότι οι ουράνιες σφαίρες ήταν άκαμπτα αδιαπέραστα σώματα προορισμένα να περιστρέφονται ομοιόμορφα γύρω από διαμετρικούς άξονες. Επομένως ο εξισωτής με τους μη διαμετρικούς και εκτός κέντρου της τροχιάς άξονες, ήταν μη αποδεκτός από φυσική άποψη επομένως η πλανητική θεωρία έπρεπε να εφεύρει εναλλακτικούς μηχανισμούς ώστε να προσαρμοστεί με τις με τις αποδεκτές φυσικές αρχές. Ήδη όπως έχει προαναφερθεί ο Nasir ad-Tusi (1201-1274) από το αστεροσκοπείο της Margaha και ο Ibn ash-Shatir από την Δαμασκό, είχαν

αναπτύξει μοντέλα που χρησιμοποιούσαν επίκυκλους και τα οποία παρήγαγαν αρμονικές κινήσεις κατά μήκος μίας ευθείας γραμμής ή ενός μεγάλου τόξου μίας σφαίρας. Ο Swerdlow λοιπόν, θεωρεί ότι αυτή η σύμπτωση των απόψεων δεν μπορεί να είναι συμπτωματική. Επιπλέον εάν ο Κοπέρνικος μελετώντας το βιβλίο 12.1-2 της *Epitome of the Almagest*(1496) του Regiomontanus, είχε φθάσει σε ένα γεωηλιοκεντρικό σύστημα παρόμοιο με αυτό που επινόησε αργότερα ο Tycho Brahe, ίσως αυτή η υποτιθέμενη πίστη του στην ύπαρξη αδιαπέραστων σφαιρών να το οδήγησε τελικά σε κάποιον τύπο ηλιοκεντρισμού. Η συζήτηση γύρω από αυτήν την εκδοχή που παρουσίασε ο Swerdlow, εστιάστηκε κυρίως στο τι τελικά πίστευε ο ίδιος ο Κοπέρνικος γύρω από την φύση των ουράνιων σωμάτων και των σφαιρών.

Αποδοχή και Οριοθέτηση

Μεταξύ των ιστορικών της επιστήμης επίσης, συνεχίζει ο Westman, είναι γνωστή η διαμάχη επιστήμης και θρησκείας η οποία εντάθηκε τον 19^ο αιώνα σε μία προσπάθεια αυτονόμησης της επιστήμης από τα θρησκευτικά δόγματα όπως διατυπώθηκε κυρίως στο *History of the Warfare of Science with Theology in Christendom* (1897) του Andrew Dickson White και το *Physics of a Believer* (1905) του Pierre Duhem. Τον 20^ο αιώνα σε αυτήν την διαμάχη, η θρησκεία αντικαταστάθηκε από άλλες διανοητικές κατηγορίες όπως η μη ορθολογικότητα, η κοινωνία και το ασυνείδητο. Αν και ήδη από το 1919 ο Carl Popper έκανε μία προσπάθεια να διαχωρίσει την επιστήμη από όλα αυτά που θεωρούσε ότι δεν επιδέχονταν ορθολογική ερμηνεία όπως η αστρολογία, η ψυχανάλυση κλπ. Ο Kuhn, αναφέρει ο Westman, προσδιόρισε αυτόν τον διαχωρισμό με διαφορετικό τρόπο. Υποστήριξε ότι οι συζητήσεις γύρω από την νέα θεωρία συνέβησαν μεταξύ αυτών που βρίσκονταν εντός και αυτών που βρίσκονταν εκτός του πεδίου της τεχνικής επιστημονικής αστρονομίας. Η αντίδραση και οι αντιρρήσεις εκτός του πεδίου προήλθαν από θεολόγους όπως ο Martin Luther, ο John Calvin και ο Philipp Melanchthon, πολιτικούς φιλοσόφους όπως ο Jean Bodin ακόμη και ποιητές όπως οι Guillaume Du Bartas και John Donne. Από το εσωτερικό της επιστήμης από την άλλη μεριά, η αφήγηση απεικονίζει βαθμιαίες μετατροπές που τελικά κατέληξαν στην επικράτηση του προτεινόμενου από τον Κοπέρνικο κοσμολογικού μοντέλου και στην καθιέρωση του διαμέσου των εργασιών των Κέπλερ και Γαλιλαίου, καταλήγοντας έως και στον Νεύτωνα.

Σύμφωνα με τον Kuhn, λέει ο Westman, η επανάσταση τερματίζεται, όταν ο νέος πιο περιεκτικός, περισσότερο λιτός αλλά και πιο γόνιμος τρόπος οργάνωσης της

επιστημονικής γνώσης, ενσωματώνει και στοιχεία μη επιστημονικής γνώσης εντάσσοντας τις απόψεις των ειδικών και μη ειδικών, σε ένα ενιαίο στέρεο και κοινής αποδοχής διανοητικό σχήμα. Αν και συχνά ο Κουν αναφέρεται σε παρατηρήσεις με προσδιορισμούς όπως κακά δεδομένα ή αυξημένη ακρίβεια, εντούτοις είναι πολύ προσεκτικός στο μην συμπεράνει ότι η επανάσταση τελειώνει όταν ένα διανοητικό σχήμα τελικά αντιστοιχεί στην πραγματικότητα ή απλά είναι αληθινό. Στο ερώτημα πότε και με ποιο τρόπο η ομάδα των «ειδικών» υπερίσχυσε στο νέο διανοητικό σχήμα την απάντηση την αναπτύσσει ο Kuhn στα δύο τελευταία κεφάλαια του *Copernican Revolution* όπου θεωρεί ότι αυτό έγινε κυρίως με τον Κέπλερ. Το εάν τώρα, υποστηρίζει ο Westman, η επεξεργασία της θεωρίας του Κοπέρνικου από τον Κέπλερ αποτελεί σημασιολογικά μία μεταβολή όπως την εννοεί ο Κουν είναι άλλο θέμα. Η μετατροπή ή επιστημονική μεταβολή, βασικό αξίωμα της ασυμμετρίας στο μεταγενέστερο έργο του *Structures of Scientific Revolutions* δεν αναπτύσσεται επαρκώς στο *Copernican Revolution*. Για παράδειγμα στο σύστημα του Tycho Brahe η αισθητική αρμονία που είναι πειστική στον Κοπέρνικο, δεν αποτελεί επαρκώς ισχυρή μαρτυρία ώστε να αντισταθμίσει τις εσωτερικές δυσκολίες που προκύπτουν από την κίνηση της Γης. Γιατί όμως είναι πειστική για τον Κέπλερ και τον Georg Joachim Rheticus που υπήρξε όπως είναι γνωστό μαθητής του Κοπέρνικου για περίπου τριάντα χρόνια ενώ δεν είναι για τον Brahe και όλους τους μη Κοπερνίκιους αστρονόμους της εποχής του. Στο προηγούμενο, καθώς και σε μία σειρά από παρόμοια ερωτήματα που αφορούν άλλους διανοητές όπως ο Thomas Digges ή ο Jordano Bruno, υποστηρίζει ο Westman, ο Kuhn παρακάμπτει την δυσκολία με την γενίκευση ότι ο Κοπέρνικος με την θεωρία του, άλλαξε το τοπίο, βοήθησε να προκύψουν νέοι προβληματισμοί και κατέστησε αμφισβητήσιμη την Πτολεμαϊκή θεωρία ακόμη και αν δεν έπεισε αρκετούς από τους πλέον καταρτισμένους τεχνικά συντηρητικούς αστρονόμους. Υπάρχουν δυσκολίες υποστηρίζει ο Westman τις οποίες θα προσπαθήσουμε να παραθέσουμε στη συνέχεια.

Πρώτον πολλοί από τους κύριους πρωταγωνιστές που αναφέρονται στο έργο *Copernican Revolution*, στην πραγματικότητα είχαν μία ευρύτερη και σε βάθος κατανόηση των όσων υποστήριζαν δηλαδή ενσυνείδητη επιστημονική γνώση, σταθερούς τρόπους εκτίμησης των πραγμάτων και θεωρητική επάρκεια. Αυτό σημειώνει ο Westman είναι εμφανές στον Κέπλερ αλλά επίσης στοιχεία αυτής της μετα-μεθοδολογικής στάσης παρατηρούνται και στον Κοπέρνικο τον Maestlin, τον Rheticus, τον Digges, αλλά πιο εντυπωσιακά ανεπτυγμένες απόψεις παρατηρούνται μεταξύ των Κοπερνίκιων αστρονόμων του 17^{ου} αιώνα. Επιπλέον αν και ο Kuhn οικοδομεί την

αφήγησή του σαν ιστορία τυπικών διανοητικών σχημάτων, οι περισσότεροι από τους εμπλεκόμενους σε αυτήν, δεν περιγράφουν τους εαυτούς τους σαν λύτες προβλημάτων αλλά περισσότερο θεωρούν ότι αποκαλύπτουν το «θεϊκό σχέδιο». Από αυτήν την άποψη όμως δεν είναι ρεαλιστές αλλά μάλλον όπως παρατηρεί ο Westman, θεϊκοί ρεαλιστές.

Δεύτερον ο όρος Κοπερνικανισμός είναι μάλλον παραπλανητικός γιατί υπονοεί ότι μεταξύ των οπαδών του Κοπέρνικου υπάρχει ένας βαθμός ομοιομορφίας και ομοιογένειας κάτι που δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα. Οι διαφορές μεταξύ των «Κοπερνικανών» Κέπλερ και Jordano Bruno για παράδειγμα είναι μεγαλύτερες από αυτές μεταξύ του Κοπερνίκιου Κέπλερ και του μη Κοπερνίκιου Tycho Brahe. Και επιπλέον πολλοί που δεν αποδέχονται την κίνηση της Γης όπως η σχολή του Βίτενμπεργκ, εντούτοις χρησιμοποιούν την πλανητική θεωρία του Κοπέρνικου αναγνωρίζοντας την μαθηματική και λειτουργική γνωστική της επάρκεια.

Τρίτον η άρνηση του Kuhn να συμπεριλάβει στο διανοητικό σχήμα την θεολογία, τις ιερές ερμηνείες, την αλχημεία και την αστρολογία έχει σαν αποτέλεσμα να μην λαμβάνονται υπ' όψιν μία σειρά από σημαντικές ερμηνευτικές πηγές. Για πολλούς Κοπερνίκιους αλλά και μη, αποτελεί κοινή πεποίθηση ότι η θεία δύναμη, η πλανητική τάξη και η πλανητική επίδραση συνδέονται άρρηκτα. Επιπλέον υπάρχουν ερμηνευτικές διαδικασίες που συσχετίζουν και συνδέουν πολλά βιβλικά εδάφια, ακόμα και με τις πιο ριζοσπαστικές απόψεις που αναφέρονται στο *De Revolutionibus*.

Τέταρτον αν το Κοπερνίκιο ερώτημα αποτελεί μία μάχη, τότε ήταν ένας αγώνας που έφερε σε αντιπαράθεση λόγιους που είχαν σχέση με την θρησκεία από τη μια, με διαδικασίες πανεπιστημιακής εκπαίδευσης από την άλλη. Επίσης ενέπλεκε πολλούς που δεν είχαν σχέση με την επίσημη θρησκεία αλλά θεωρούσαν την φυσική φιλοσοφία ως ένα είδος θρησκείας με άλλους όρους. Τα σημαντικότερα κείμενα των οπαδών του Κοπέρνικου και των αντιπάλων του ήταν υψηλού επιπέδου και προϋπέθεταν ικανότητα στα ακαδημαϊκά επιστημονικά πεδία γνώση των σταθερών αποδεικτικών διαδικασιών καθώς και ρητορικών πρακτικών. Με λίγες εξαιρέσεις όλα τα κείμενα ήταν γραμμένα στην Λατινική γλώσσα. Όταν το σημαντικό έργο του Γαλιλαίου *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems* γραμμένο στην Ιταλική γλώσσα καταδικάστηκε από την Εκκλησία, οι επιστολές που περιείχαν το διάταγμα εστάλησαν κατά προτεραιότητα στα Λατινογενή Πανεπιστήμια. Και αν και ο Γαλιλαίος είχε στείλει αρκετά αντίτυπα σε φίλους και ενδεχόμενους πάτρονες, εκτός πανεπιστημίων, οι προτεστάντες

υποστηρικτές του στις Κάτω Χώρες δημοσίευσαν Λατινική μετάφραση του έργου του, μετά από τρία χρόνια στο Άμστερνταμ.

Πέμπτον οι περισσότεροι από τους ανθρώπους που υιοθέτησαν και επεξεργάστηκαν τις απόψεις του Κοπέρνικου όπως ο Γαλιλαίος, είχαν βέβαια πανεπιστημιακή εκπαίδευση αλλά επίσης ήταν και επιδοτούμενοι κατά τον ένα ή άλλο τρόπο από αυλικές πατρωνίες. Για αυτό το είδος των πρώιμων επιστημόνων ενώ πολλά είναι γνωστά για τις πεποιθήσεις τους, εντούτοις δεν είναι γνωστά πολλά πράγματα για την έκταση στην οποία ήταν δυνατόν να αναπτύξουν το διανοητικό τους έργο αλλά και τις δυνατότητες αυτοπροσδιορισμού που μπορεί να είχαν μέσα σε ένα αυλικό περιβάλλον. Επιπρόσθετα, ανακύπτουν ερωτήματα όπως για παράδειγμα, ποια ήταν η θέση μίας ακαδημαϊκής αυθεντίας στις αυλές και τι είδους ελευθερία είχαν να εκφράσουν αιρετικές και ενδεχόμενα ανορθόδοξες φιλοσοφικές απόψεις. Επίσης τι δυνατότητες υπήρχαν και πόσο ελεύθεροι ήταν να προχωρήσουν στην διδασκαλία και διάδοση νέων ιδεών με δεδομένο το επιστημονικό κατεστημένο των πανεπιστημίων. Αξιοσημείωτο δε παραμένει το γεγονός, ότι τρεις από τους σημαντικότερους Κοπερνίκιους του 16^{ου} αιώνα, ήταν συνδεδεμένοι με πανεπιστήμια για το μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους. Ο Rheticus (Wittenberg, Leipzig), ο Maestlin (Heidelberg, Tübingen) και ο Diego de Zuniga (Salamanga). Όταν ο ακαδημαϊκός μαθηματικός Γαλιλαίος άρχισε να εκφράζει προσωπικές απόψεις γύρω από την θεωρία του Κοπέρνικου το 1597 αντιμετωπίστηκε σωστά, σύμφωνα με τον Westman, σαν ένα Γερμανικό προτεσταντικό φαινόμενο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Παρουσίαση της Αστρονομίας-Αστρολογίας στο έργο του R. Westman The Copernican Question.

Το Θρησκευτικό περιβάλλον-Πρόγνωση

Ο Robert Westman στο έργο του *The Copernican Question* αναφέρεται στην πιθανή σχέση του Κοπέρνικου με τη αστρολογία και τις ενδεχόμενες επιρροές στο έργο του από αυτήν. Ο Κοπέρνικος επεξεργάστηκε και διατύπωσε την πλανητική του θεωρία στα τέλη του 15^{ου} με αρχές του 16^{ου} αιώνα. Στην ιστορική αυτή περίοδο μεταξύ άλλων στον Ευρωπαϊκό χώρο, κύρια χαρακτηριστικά ήταν ο διανοητικός σκεπτικισμός σαν αποτέλεσμα της εμφάνισης των διαφορετικών θρησκευτικών δογμάτων η δυσπιστία και συνεπεία των ανακατατάξεων, η πολιτική ανασφάλεια. Σε πολλά σημεία της Ευρώπης και ιδιαίτερα στις Ιταλικές πόλεις του Βορρά, αυτή η αβεβαιότητα που υπήρχε παρήγαγε μία τάση και συνακόλουθα μία κουλτούρα, που αφορούσε την πρόγνωση του μέλλοντος και η οποία έπαιζε σημαντικό ρόλο στην πολιτική και κοινωνική ζωή. Όταν για πρώτη φορά εμφανίστηκε η Κοπερνίκια θεωρία μεταξύ του 1540 και του 1543, διεξαγόταν ένας διάλογος μεταξύ των διανοουμένων στην Ευρώπη γύρω από την εγκυρότητα της αστρολογικής γνώσης και την αξιοπιστία της δύναμης των άστρων καθώς και της δυνατότητας επίδρασης τους στην ατομική και συλλογική ζωή των ανθρώπων. Επίσης, τόσο η Καθολική Εκκλησία όσο και οι Γερμανοί Προτεστάντες, ήταν βαθειά επηρεασμένοι από τις Βιβλικές προφητείες επιπλέον δε, τους Προτεστάντες διακατείχε η αίσθηση, ότι είχε έλθει η ώρα της αποκάλυψης και πλησίαζε το τέλος του κόσμου. Θεωρούσαν ότι η χρονική στιγμή που αυτό θα συνέβαινε, ήταν κάτι που ενδεχομένως να μπορούσε να προσδιοριστεί από κάποια φυσικά σημάδια που προανήγγελλαν αυτό το θεϊκό σχέδιο. Οι απόψεις αυτές είχαν οδηγηθεί σε όξυνση μετά την ρήξη του Λούθηρου με την Ρώμη την οποία ο ίδιος θεωρούσε έδρα του Αντίχρηστου, υποστηρίζοντας ότι το τέλος του κόσμου και η ώρα της κρίσης ήταν κοντά.

Τις παραμονές της Συνόδου του Τρέντο (1545-1563) η θεωρία του Κοπέρνικου για την ουράνια τάξη, αποτέλεσε αντικείμενο έντονης διαμάχης μεταξύ των φοιτητών που σπούδαζαν την αστρονομία στο προτεσταντικό πανεπιστήμιο του Wittenberg. Το ερώτημα δεν ήταν τόσο εάν η πρόγνωση των φυσικών φαινομένων ήταν συμβατή με τις Βιβλικές αφηγήσεις, όσο για την σχέση της Βίβλου με τις αντικρουόμενες απόψεις της

θεωρητικής αστρονομίας που κυκλοφορούσαν με θέμα την πλανητική τάξη. Προέκυπταν ερωτήματα όπως ποια ήταν η σημασία και οι επιπτώσεις της νέας θεωρίας στα διάφορα είδη της θεωρητικής και πρακτικής πρόγνωσης και μαντείας και εάν η πρόγνωση των φυσικών φαινομένων ήταν συμβατή και σύμφωνη με τα ιερά κείμενα και τον θεϊκό σχεδιασμό του κόσμου. Οι παράγοντες που είχαν συμμετοχή με τον ένα ή τον άλλο τρόπο στην εκτύπωση των χειρογράφων του Κοπέρνικου, ήταν όλοι συνδεδεμένοι με την πρόγνωση του μέλλοντος και τις αποκαλυπτικές θεωρήσεις. Επίσης ήταν Προτεστάντες, που είχαν ως βάση το πανεπιστήμιο του Wittenberg αλλά και την Νυρεμβέργη. Μεταξύ αυτών ήταν ο Georg Joachim Rheticus (1514–74) προστατευόμενος του Philipp Melanchthon (1497–1560) στο Βίτεμπεργκ ο Johannes Schoner (1477–1547), στον οποίο αφιέρωσε το *Narratio Prima* (1540) ο Rheticus και ο Andreas Osiander (1497–1552) κ.α.

Γύρω στα 1543 ήταν γνωστές τρεις παρουσιάσεις της θεωρίας του Κοπέρνικου. Η πρώτη, που αφορούσε το *Comentariolus* και ήταν ουσιαστικά προάγγελος της αστρονομικής του θεωρίας, δεν εκδόθηκε ποτέ ως βιβλίο, αλλά μοιράσθηκε ως χειρόγραφο σε λίγους φίλους. Ήταν γνωστό στους κύκλους της Καθολικής εκκλησίας στην Ρώμη όπως διαφαίνεται από μία διάλεξη που έδωσε ενώπιον του Πάπα Κλήμεντος ΣΤ΄ ο παπικός γραμματέας Johann Albrecht Widmannstetter το 1533. Οι επόμενες ήταν το *Narratio Prima* το οποίο έγραψε ο μαθητής του Κοπέρνικου Rheticus και βεβαίως το μείζον έργο *Revolutionibus orbium caelestium*. Όπως υποστηρίζει ο Westman, κάθε ένα από τα προηγούμενα έργα ήταν προσεκτικά σχεδιασμένο ώστε να απευθύνεται στο κατάλληλο ακροατήριο. Το *Narratio Prima* απευθυνόταν σε προτεσταντικό ακροατήριο και ήταν αφιερωμένο από τον Rheticus με την έγκριση του Κοπέρνικου, στον Johannes Schoner έναν ευρέως φημισμένο αστρολόγο της εποχής εκείνης, που ασχολούταν με τις προβλέψεις του μέλλοντος, δίδασκε μαθηματικά στο γυμνάσιο της Νυρεμβέργης και ανήκε στον κύκλο του Melanchthon. Το *De Revolutionibus*, στο οποίο ανέπτυξε ο Κοπέρνικος το κύριο μέρος της αστρονομικής του θεωρίας από την άλλη, ήταν αφιερωμένο στον Πάπα Παύλο τον τρίτο, ο οποίος ήταν γνωστός για την ευρυμάθειά του, την γνώση των Ελληνικών και την υποστήριξη που παρείχε στην αστρολογία. Επί των ημερών του θεμελιώθηκε το Τάγμα των Ιησουϊτών και η Ρωμαϊκή Ιερά εξέταση. Στο *De Revolutionibus* δεν αναφέρεται πουθενά ο Rheticus, όπως και στο *Narratio Prima* δεν μνημονεύεται ο Πάπας. Δηλαδή υποστηρίζει ο Westman, ο Κοπέρνικος ακολούθησε μία διπλή στρατηγική για την αποδοχή της θεωρίας του τόσο στον Καθολικό κόσμο, όσο και στο περιβάλλον των προτεσταντών, μέσα σε μία Ευρώπη,

στην οποία είχαν αρχίσει να διαφαίνονται ήδη, τα πρώτα σημάδια έντονων διαχωριστικών γραμμών ανάμεσα στα διαφορετικά δόγματα.

Φυσική Μαγεία, Melanchthon, Pico de la Mirandola

Κατά την διάρκεια του Μεσαίωνα, στα πανεπιστήμια επικρατούσε η διδασκαλία της φυσικής ερμηνείας του κόσμου, σύμφωνα με τις Αριστοτελικές αρχές και όλες οι συζητήσεις γύρω από την φύση του σύμπαντος, και την προέλευση του κόσμου, γίνονταν μεταξύ σκεπτικών φιλοσόφων και θεολόγων. Οι καθηγητές επηρεασμένοι ίσως από τις οδηγίες της εκκλησίας περί κακής επιρροής των άστρων στην ελεύθερη βούληση, ελάχιστο έως καθόλου χρόνο διέθεταν για την αστρολογία και την πρόγνωση. Η αστρολογία άρχισε να αποτελεί μέρος της φυσικής φιλοσοφίας κατά την διάρκεια της Μεταρρύθμισης με κύριο εκφραστή της τον Philipp Melanchthon (1497–1560) πρότανη του Πανεπιστημίου του Wittenberg και οπαδό του Λούθηρου. Ο Λούθηρος, ενώ ενεθάρρυνε τους οπαδούς του να μελετούν τις προφητείες και τις ερμηνείες τους, ήταν αρκετά επιφυλακτικός έως και αρνητικός σε ότι αφορούσε τις φυσικές προβλέψεις και την μαντεία. Αντίθετα ο Melanchthon, αν και δεξί χέρι του Λούθηρου, ανέπτυξε μία φυσική θεολογία, σύμφωνα με την οποία όπως υποστήριζε, ο Δημιουργός αποκαλύπτει τα θεϊκά του σχέδια, μέσα από φυσικά σημάδια και ιστορικά γεγονότα σε συνδυασμό και με τα ιερά κείμενα. Υποστήριζε ότι η αρμονία, το σχέδιο του Θεού, η τάξη και ο σκοπός της Δημιουργίας, βρίσκονται και αποκαλύπτονται μέσα από τα έργα του. Επιπλέον υποστήριζε, ότι υπάρχουν ορισμένα πρόσωπα που διαθέτουν το χάρισμα της προφητείας, κάτι που εκδηλώνεται μέσα από τα όνειρα και οφείλεται στην επίδραση των άστρων. Δηλαδή θεωρούσε ότι η μαντική προφητική πρακτική, είναι η φυσική επιθυμία που μπορεί να έχει κάποιος ώστε να κατανοήσει πληρέστερα τα έργα του Δημιουργού και να αποκτήσει την θεία χάρη, πίστευε δε, όπως υποστηρίζει ο Westman, ότι ήταν ηθικά αποδεκτή και ότι με αυτόν τον τρόπο, κάποιος ήταν δυνατόν να γίνει καλύτερος Χριστιανός. Ο Melanchthon υιοθετούσε ένα ευρύ φάσμα από πρακτικές φυσικής μαγείας, που περιλάμβανε ιατρική δια μέσου των άστρων, ερμηνεία ονείρων, ερμηνεία τερατο-γενέσεων και άλλων «φυσικών θαυμάτων». Ο Λούθηρος έβλεπε τις δραστηριότητες αυτές με σκεπτικισμό και επιφύλαξη όσον αφορά κυρίως την αξιοπιστία τους, κάνοντας αυστηρή κριτική στις μεθόδους τους και θεωρώντας πως ο άνθρωπος ήταν ανώτερος από όλα τα φυσικά σημάδια και δεν ήταν υποκείμενος σ' αυτά. Βέβαια και για τον Melanchthon δεν ήταν επιτρεπτές και παραδεκτές όλες οι μαγικές πρακτικές και ο ίδιος προσπαθούσε να καθορίσει μία ασφαλή ζώνη γύρω από

την ενασχόληση με αυτά τα θέματα. Αρκετές από τις μαγικές πρακτικές, τις θεωρούσε επικίνδυνες και διαβολικές. Θεωρούσε ότι οποτεδήποτε στο λόγο του Θεού υπεισέρχονταν υπερβολές και λάθη, εκεί ξεκινούσε το έργο του διαβόλου. Η ερμηνεία των θαυμάτων της Βίβλου για παράδειγμα με αστρολογικούς όρους, όπως γινόταν από τον Γάλλο θεολόγο αστρολόγο και καρδινάλιο της Καθολικής Εκκλησίας Pierre d'Ailly (1351-1420) ήταν επικίνδυνη. Επίσης απέρριπτε τα ωροσκόπια, θεωρώντας τα άχρηστη περιέργεια γεμάτη δεισιδαιμονία και πρόληψη. Ωστόσο θεωρούσε ότι υπήρχε και μία αληθινή και «νόμιμη» αστρολογία που αντλούσε την προέλευσή της από την «δύναμη του φωτός» που προήλθε από την αρχική δημιουργία του κόσμου όπως περιγράφεται στο βιβλίο της Γένεσης. Και βέβαια θεωρούσε σημαντικό το μέρος εκείνο της επιστήμης των άστρων, που περιγράφει τις ουράνιες κινήσεις, τις μετρήσεις των αποστάσεων μεταξύ των ουράνιων σωμάτων και των μεγεθών των ουράνιων σφαιρών καθώς πίστευε ότι η ακριβής γνώση τους ενδεχομένως να έπαιζε κάποιο ρόλο στην πρόβλεψη των όσων συμβαίνουν πάνω στην Γη.

Ο Melanchthon πίστευε ότι οποιοσδήποτε ήταν αντίθετος σε αυτό το είδος της θετικής, αποδεκτής «μαγικής» πρακτικής που αφορούσε την ουράνια τάξη, ακολουθούσε μία «Επικούρια» θεολογία που αναφερόταν σε έναν υλικό κόσμο στερημένο από βαθύτερα νοήματα και χωρίς την προσμονή ενός ανώτερου προορισμού. Βασικός του αντίπαλος ενάντια στην παραπάνω λογική ήταν ο Ιταλός λόγιος Pico de la Mirandola, ο οποίος το 1496, δημοσίευσε το περίφημο έργο του *Disputation against Divinatory Astrology*, στο οποίο ασκούσε δριμεία κριτική στην αστρολογία και στις μεθόδους της θεωρώντας ότι δεν υπήρχε τίποτα υπερφυσικό σε αυτήν και ότι όλα ήταν ανθρώπινες κατασκευές στις οποίες υπήρχε μεγάλο ποσοστό δόλου και απάτης. Ο Pico de la Mirandola γόνος επιφανούς αριστοκρατικής οικογένειας, ήταν γνωστός για το ασυνήθιστα ανεπτυγμένο πνεύμα του αλλά και τις πολιτικές του διασυνδέσεις με την οικογένεια που κυβερνούσε την Μπολόνια τους Bentivoglio ήταν δε, προσκείμενος στον κυβερνήτη της πόλης Mino Rossi. Σύμφωνα με τον Noel Swerdlow(2012), αναφέρει ο Westman,(2011) διαβάζοντας κάποιος τους *Disputations*, συμπεραίνει ότι ο Pico θεωρούσε την αστρολογία εντελώς άχρηστη και διεστραμμένη γνώση και θα έκανε τα πάντα ώστε να την εξαφανίσει. Η κριτική του, σοβαρή και σχολαστική αρκετές φορές γίνεται πολύ καυστική με στόχο να κάνει την αστρολογία να φαίνεται εντελώς παράλογη και ανόητη. Έχοντας βαθιά γνώση της αστρολογίας και της αστρονομίας, τόσο της εποχής του όσο και νωρίτερα, από Ελληνικές Λατινικές και Εβραϊκές πηγές, αναλύει το θέμα σε βάθος και θα πρέπει να είναι πολύ προσεκτικός ο αναγνώστης ώστε

να αντιληφθεί ποιες φορές αναφέρεται στην αυθεντική αστρολογία και ποιες φορές κάνει παρωδία με αυτά που θεωρεί ανοησίες και άγνοια των αστρολόγων. Γνώριζε το θέμα καλύτερα από κάθε άλλον στην εποχή του. Από την άλλη μεριά ο Melanchthon διακεκριμένος διανοούμενος και παιδαγωγός, έχοντας στο ενεργητικό του αξιοσημείωτο συγγραφικό έργο που περιλάμβανε συγγράμματα διαλεκτικής, ρητορικής, φυσικής και εκτεταμένες μελέτες πάνω στους ψαλμούς του Δαβίδ, στο βιβλίο του Δανιήλ και την Γένεση, ανέλαβε την υποχρέωση να υπερασπίσει την αστρολογία, ενάντια στην σφοδρή πολεμική του Pico. Τα επιχειρήματα που ανέπτυξε για την υποστήριξη τόσο της θεωρητικής όσο και της πρακτικής αστρολογία ήταν κυρίως τα εξής. Σε απάντηση του ότι πολλές φορές οι προβλέψεις των αστρολόγων είναι λανθασμένες, υποστήριξε πως είναι απαραίτητο να δεχθούμε ότι η θεωρητική αστρολογία όπως και η ιατρική είναι μία ανθρώπινη τέχνη υποκειμένη στο λάθος, δηλαδή μπορεί να προβλέψει πολλά πράγματα με μεγάλες πιθανότητες, αλλά όχι όλα. Αυτό δεν ήταν διαφορετικό από ότι υποστήριζε ο Πτολεμαίος στην Τετράβιβλο, το κατ' εξοχήν αστρολογικό εγχειρίδιο της αρχαιότητας όταν αναφερόταν στην πρόβλεψη. Ήταν επίσης απόλυτα συμβατό με την γενικότερη «στωϊκή» προσωπική άποψη του Melanchthon ότι οποιαδήποτε «τέχνη» αποτελείται από μία διδακτική πρακτική και ένα σύνολο προτάσεων που παρέχουν μία σχετική χρησιμότητα, αλλά όχι μία απόλυτη βεβαιότητα στη ζωή. Το δεύτερο επιχειρήμα αφορούσε το κατά πόσον η αστρολογία ήταν σε θέση να εξηγήσει τα γεγονότα εκ των υστέρων. Ο Pico υποστήριζε ότι ακόμα και αν ο αστρολόγος γνωρίζει ακριβώς την διαμόρφωση των ουρανών κατά την στιγμή πχ της γέννησης ενός παιδιού ή ίδια ακριβώς διαμόρφωση θα συμβεί μετά από πάρα πολλά χρόνια. Αν λοιπόν περιορίσει τις παρατηρήσεις του στην πιο συχνά επαναλαμβανόμενη θέση των άστρων, τότε αναπόφευκτα τα συμπεράσματά του θα είναι λανθασμένα. Ο Melanchthon απάντησε ότι παγκόσμιες αιτίες καθορίζουν όλα τα συμβαίνοντα στον κόσμο άρα η αστρολογία όπως και η ιατρική, χρειάζεται μόνο ορισμένες επαληθευμένες περιπτώσεις για να τεκμηριώσει ότι πχ η συγκεκριμένη θέση κάποιων άστρων στον ουρανό είναι συνδεδεμένη με ορισμένες γήινες εμπειρίες ή ξεχωριστά γεγονότα. Για παράδειγμα όλα τα παιδιά που γεννιούνται όταν η Σελήνη ο Άρης και ο Κρόνος συγκλίνουν, στον έκτο αστρολογικό οίκο, είναι δυνάμει ασθενικά. Η κύρια ανησυχία του Melanchthon για την επίθεση του Pico δεν προερχόταν τόσο από την αμφισβήτηση της αβέβαιης τάξης των πλανητών, όσο από την απόρριψη της σχέσης που αυτός πίστευε ότι υφίσταται ανάμεσα στις ουράνιες κινήσεις και στα γήινα γεγονότα. Έτσι στο πλέον συστηματικό και ολοκληρωμένο του έργο *Initia Doctrinae Physicae* επικαλείται την αυθεντία των

αρχαίων και ιδιαίτερα του Πτολεμαίου θεωρώντας ότι αποτελεί σημείο στο οποίο υπάρχει συναίνεση μεταξύ των αστρονόμων και των αστρολόγων.

Rheticus και *Narratio Prima*

Ο G.J. Rheticus μέλος του κύκλου του Melanchthon έγραψε το *Narratio Prima* μερικούς μήνες μετά την εγκατάστασή του στο Frombork μεταξύ του Μαΐου του 1539 και στα τέλη Σεπτεμβρίου του 1541. Αναμφισβήτητα σε αυτό παρουσιάζονται οι απόψεις του Κοπέρνικου πάνω στην νέα θεωρία αλλά δεν είναι απόλυτα σίγουρο ότι δεν περιέχει και κάποιες προσωπικές θέσεις του Rheticus. Το *Narratio Prima* (Πρώτη Αφήγηση) (1971) είχε την μορφή επιστολής προς τον το καθηγητή του Rheticus στο πανεπιστήμιο του Βίτεμπεργκ Johannes Schoner και εκδόθηκε το 1540 στο Ντάντσιχ (σημερινό Γκντανσκ) έχοντας την έγκριση του Κοπέρνικου τον οποίο ο Rheticus αποκαλεί δάσκαλό του στην εισαγωγή. Ο Schoner ήταν ένα επιφανές μέλος ενός κύκλου ουμανιστών και αστρολόγων που είχαν επίκεντρο το Wittenberg και το περιβάλλον του Melanchthon. Είχε σπουδάσει αστρονομία στην Νυρεμβέργη με καθηγητή τον Bernhard Walther, ο οποίος είχε στην κατοχή του χειρόγραφο του Regiomontanus πολλά από τα οποία στη συνέχεια περιήλθαν στον Schoner. Στο *Narratio Prima* αναφέρεται για πρώτη φορά η ηλιοκεντρική θεωρία, μετά την «Γενική θεώρηση αναφορικά με τις κινήσεις της Σελήνης, συμπεριλαμβανομένων των νέων σεληνιακών υποθέσεων». Θέτοντας τον Ήλιο στο κέντρο του σύμπαντος και την Γη να περιφέρεται σε έναν έκκεντρο κύκλο, ο Rheticus δίνει μία εξήγηση για την ανάδρομη κίνηση των πλανητών. Το βιβλίο γρήγορα έγινε δημοφιλές και τον επόμενο χρόνο πραγματοποιήθηκε και Β΄ έκδοση στην Βασιλεία επίσης όπως υποστηρίζει ο Westman, αφιερώθηκε από τον Rheticus στον Schoner ενδεχομένως για να τεθεί με αυτόν τον τρόπο έστω και έμμεσα, υπ' όψιν του Melanchthon και του φημισμένου κύκλου του στο πανεπιστήμιο του Wittenberg. Με αυτόν τον τρόπο ο Κοπέρνικος και ο Rheticus, ίσως πίστευαν ότι αυτή η κίνηση θα αύξανε το κύρος και την αποδοχή αυτής της νέας θεωρίας. Ένα ερώτημα το οποίο προκύπτει αναπόφευκτα, είναι γιατί δεν εμφανίζεται απευθείας ο Κοπέρνικος ως συγγραφέας του έργου αντί του Rheticus. Εδώ η απάντηση μπορεί να δοθεί υποθετικά όπως υποστηρίζει ο Westman σημειώνοντας ότι αυτό ίσως αποτελούσε μία στρατηγική του Κοπέρνικου σύμφωνα με την οποία κάποια πιθανά λάθη ή παραλείψεις του έργου, να αποδοθούν στον ενθουσιώδη μαθητή περισσότερο παρά απευθείας στις ιδέες του δασκάλου. Επιπλέον ίσως αυτή η δομή ιεράρχησης της αυθεντίας να προκαλούσε περισσότερη συζήτηση και ίσως πιο γόνιμο και δυνατό διάλογο γύρω από τα

χαρακτηριστικά της ηλιοκεντρικής υπόθεσης. Η εντύπωση που έδινε στον αναγνώστη ήταν ότι ο συγγραφέας, ακολουθούσε τον δικό του δρόμο σύμφωνα όμως με τις ιδέες του δασκάλου του. Το *Narratio* ξεκινούσε χωρίς να αναφέρεται στην νέα υπόθεση και αφιέρωνε τα πρώτα επτά κεφάλαια σε θέματα που ήταν άμεσου ενδιαφέροντος για αστρολόγους όπως ήταν ο Shoner. Ήταν θέματα σχετικά με την σταθερότητα και την ακρίβεια του ημερολογίου όπως η κίνηση των απλανών αστερών μήκη του τροπικού και του αστρικού έτους, αλλαγές στην απόκλιση της εκλειπτικής, μεταβολές της εκκεντρότητας της ηλιακής τροχιάς, σεληνιακή θεωρία και εκλείψεις. Αυτά ήταν τα τεχνικά θέματα τα οποία επεξεργάστηκε στη συνέχεια επί μακρόν ο Κοπέρνικος στα βιβλία 3 και 4 του *De Revolutionibus*. Ένα σημείο επίσης που είναι χαρακτηριστικό για την σχέση που μπορεί να είχε ο Rheticus και συνακόλουθα ο Κοπέρνικος με την αστρολογία, αποτελεί μία πρόταση στο κεφάλαιο 5 του *Narratio* όπου αναφέρει ότι: «Θα πρέπει εδώ να προσθέσω την προφητεία ότι τα Βασίλεια του κόσμου αλλάζουν ανάλογα με την κίνηση του κέντρου του Έκκεντρου κύκλου στην περιφέρεια του οποίου περιστρέφεται η Γη» Δεν αναφέρει ότι ο δάσκαλος προσθέτει την προφητεία Όμως ακόμη και αν δεν αποτελούσε προσωπική ιδέα του Κοπέρνικου σίγουρα δεν θα ήταν δυνατόν να προστεθεί χωρίς την έγκρισή του. Ίσως από κοινού αποφάσισαν πως πρέπει να αποδοθεί στον Rheticus. Αυτό ενισχύεται και από το ότι στην δεύτερη έκδοση, ενώ υπάρχουν κάποιες μικρές αλλαγές στον τίτλο, δεν παρατηρείται καμία αλλαγή στο συγκεκριμένο κείμενο. Όπως περιγράφεται παρακάτω στο *Narratio*, οι αναφορές με θέμα την άνοδο και την πτώση των αυτοκρατοριών και των βασιλείων της Γης συσχετίζονται με τις βιβλικές προφητείες και ιδιαίτερα εκείνη του Προφήτη Ηλία που αναφέρει πως ο κόσμος έχει διάρκεια 6000 ετών. Η προφητεία αυτή ήταν σημείο αναφοράς κατά την διάρκεια του Μεσαίωνα. Ήταν αναμφισβήτητα αποδεκτή τόσο μεταξύ των θεολόγων όσο στους κύκλους των φυσικών φιλοσόφων όπως ο Melanchthon. Ο Rheticus στο *Narratio*, ίσως έκανε μία προσπάθεια όπως υποθέτει ο Westman, να εξηγήσει και να επιβεβαιώσει αυτήν την προφητεία, με την βοήθεια αστρονομικών υπολογισμών

Η Αστρολογία.

Το 2011 ο Robert E. Westman εξέδωσε ένα ογκώδες βιβλίο, με τίτλο *The Copernican Question*, στο οποίο χρησιμοποιώντας πάρα πολλές πηγές και τεράστιο υλικό, υποστήριξε, ότι βασική αιτία και κίνητρο για την ανάπτυξη του ηλιοκεντρικού συστήματος, ήταν το ενδιαφέρον του Κοπέρνικου για την υπεράσπιση αλλά και την

βελτίωση της αστρολογίας. Ο Noel Swerdlow, μελετητής του Κοπέρνικου από το California Institute of Technology, μέσα από την λεπτομερή εξέταση των στοιχείων που παραθέτει ο Westman για την υποστήριξη αυτής της άποψης, ασκεί κριτική, εκφράζοντας ταυτόχρονα τις δικές του θέσεις.

Ο Westman στο έργο του, σημειώνει ο Swerdlow, (2012) υποστηρίζει ότι τα στοιχεία που έχει λάβει υπ' όψιν του προέρχονται από δύο πεδία έρευνας. Αφενός από την αναζήτηση εξηγήσεων και ερμηνείας μέσα από την λεπτομερή εξέταση τοπικών στοιχείων τα οποία αναφέρονται στις ιστορικές πηγές που ερευνά και αφετέρου, εξετάζοντας το γενικότερο πολιτισμικό πλαίσιο της εποχής, τις θεωρητικές απόψεις και αρχές, την νοοτροπία, και τις κοινωνικές και πολιτικές αντιλήψεις που επικρατούσαν. Σκοπός του είναι η έρευνα να γίνεται ισορροπημένα μεταξύ αυτών των δύο παραμέτρων.

Ο Γάλλος ιστορικός και φιλόσοφος της επιστήμης Pierre Duhem στο βιβλίο του *Σώζειν τα φαινόμενα*, (*SOZEIN TA PHAINOMENA*), περιγράφει την ερμηνεία της «Σχολής του Witenberg», σύμφωνα με την οποία κάθε αστρονομική θεωρία γενικά και η Ηλιοκεντρική θεωρία του Κοπέρνικου ειδικότερα, αποτελεί ένα μοντέλο χρήσιμο για την πραγματοποίηση υπολογισμών χωρίς να υφίσταται σαν οντότητα στην πραγματικότητα. Ο Westman υποστηρίζει, ότι μόνο η ηλιοκεντρική θεωρία είναι μοντέλο για υπολογισμούς ενώ η υπόλοιπη θεωρία του Κοπέρνικου γύρω από τις κινήσεις στους ουρανούς θα μπορούσαν να προέρχεται και να είναι προσαρμοσμένη στη γεωκεντρική θεωρία. Ο Noel Swerdlow σημειώνει, ότι αυτή η εξήγηση που δίνει ο Westman, δεν προήλθε από τον Κοπέρνικο ή τον Κέπλερ ή τον Γαλιλαίο ή από κάποιον μείζονα επιστήμονα με σημαντική συνεισφορά στην αστρονομία, αλλά από κάποιους μικρότερης εμβέλειας παρατηρητές των άστρων (stargazers) όπως τους αποκαλεί ο Λούθηρος, κατασκευαστές ημερολογίων με κύρια ενασχόλησή τους την αστρολογία και τις αστρολογικές προβλέψεις.

Domenico Maria di Novara

Ο Κοπέρνικος, όπως μας πληροφορεί ο μαθητής του Rheticus από το 1496 έως το 1500 σπούδασε νομικά στην Bologna. Κατά το διάστημα της παραμονής του εκεί έμεινε στο σπίτι του Domenico Maria di Novara ενός διανοούμενου ο οποίος ήταν καθηγητής αστρονομίας από το 1483 έως το 1504 στο πανεπιστήμιο. Κοντά του ο Κοπέρνικος,

όπως αναφέρει ο Rheticus, ήταν κάτι παραπάνω από μαθητής του ήταν βοηθός του στις έρευνες και τις παρατηρήσεις που έκανε γύρω από αστρονομικά αλλά και αστρολογικά θέματα. Μία μεγάλη συλλογή από αστρολογικές πραγματείες που δημοσιεύθηκαν στη Βενετία το 1493, αρχίζοντας με την Τετράβιβλο του Πτολεμαίου και το σχόλιο του Aliibn Ridwan, περιέχουν ένα εισαγωγικό γράμμα απευθυνόμενο στην «εξοχότητα της αστρονομίας» όπως αποκαλούν τον Domenico Maria. Ο Westman θεωρεί ότι η επαφή του Κοπέρνικου με τον Domenico Maria έπαιξε σημαντικό ρόλο στην εμπλοκή του με την αστρολογία καθώς ο Domenico Maria δημοσίευε ετήσιες προβλέψεις καθ' όλη τη διάρκεια της θητείας του στο πανεπιστήμιο, άρα θεωρείται πιθανό ότι ο Κοπέρνικος είχε γνώση του θέματος. Εξετάζοντας μάλιστα κάποια από αυτές, ανακάλυψε ότι σε κάποια πρόβλεψη για μία έκλειψη της σελήνης που συνέβη το 1500, υπήρχε μία διαφορά 5 ωρών σε σχέση με την αναφορά που έδινε ο Κοπέρνικος για την ώρα που συνέβη αυτή στη Ρώμη, κάτι που τελικά όπως αναφέρει ο Swerdlow, είχε σχέση με τον τόπο στον οποίο γίνονταν οι μετρήσεις και στην πραγματικότητα, η μέτρηση του Novara ήταν ακριβής. Ανεξάρτητα όμως από την σχέση του με τον Κοπέρνικο, ο Domenico Maria κάνει μία αναφορά για μία υποτιθέμενη κίνηση της Γης που δημοσιεύτηκε σε μία ετήσια πρόβλεψη του έτους 1489 και αναφέρεται στο έργο του William Gilbert *De magnete*. Συγκεκριμένα ο Domenico Maria συγκρίνοντας κάποια γεωγραφικά πλάτη από την Γεωγραφία του Πτολεμαίου με πιο πρόσφατες μετρήσεις ανακάλυψε μία απόκλιση $1,10^0$ και την εξήγησε αποδίδοντας κίνηση είτε στην Γη είτε στους ουρανούς υποστηρίζοντας ότι μέρη τα οποία για παράδειγμα βρίσκονται στην τροπική ζώνη, μετά την πάροδο χιλιάδων ετών, λόγω της περιστροφής θα βρεθούν στην εύκρατη ζώνη. Ίσως υποστηρίζει ο Swerdlow, αυτή να είναι και η πιο σημαντική συνεισφορά του Domenico Maria στην επιστήμη και την αστρονομία έχοντας την φαντασία και την ικανότητα να διακρίνει και να εξηγεί τις διαφορές από την αρχαιότητα.

Η Επίθεση.

Το έτος 1496 που έφθασε ο Κοπέρνικος στην Bologna όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, δημοσιεύθηκε το έργο του Giovanni Pico de la Mirandola (1463–1494) *Disputations against Divinatory Astrology*. Το έργο αυτό, μία αιχμηρή και

άκρως επικριτική αναφορά στην αστρολογία, ήταν ίσως η πιο σημαντική και αξιόλογη κριτική που έχει γραφεί ποτέ. Σε αυτήν υποστηρίζεται από τον Pico, ότι η αστρολογία είναι ένα συνονθύλευμα από αστήρικτες επιστημονικά θεωρίες, με στόχο την παραπλάνηση των ανθρώπων και καλό θα ήταν να μην λαμβάνεται σοβαρά υπ' όψιν για οποιονδήποτε λόγο. Αν και το μεγαλύτερο μέρος του έργου είναι αυστηρό και γραμμμένο με σχολαστική ακρίβεια, αρκετά μέρη του είναι διασκεδαστικά ιδιαίτερα εκεί όπου η καυστική κριτική που ασκεί, σατιρίζει την αστρολογία εμφανίζοντάς την ως μία εντελώς ανόητη και απατηλή ενασχόληση. Ο Pico επιτίθεται σε όλα τα είδη αστρολογικών πρακτικών και ο αναγνώστης πρέπει να είναι αρκετά προσεκτικός ώστε να διακρίνει πότε αναφέρεται στην αυθεντική αστρολογία και πότε κάνει παρωδία χρησιμοποιώντας υποθετικά δεδομένα επιχειρώντας με αυτόν τον τρόπο να αποδείξει το ψεύδος και την ανοησία της αστρολογίας καθώς και την ουσιαστική άγνοια των αστρολόγων.

Ο Westman υποστηρίζει, σύμφωνα με τον Swerdlow, ότι το έργο του Pico επηρέασε σημαντικά τον Κοπέρνικο και τον ώθησε στην υπεράσπιση της αστρολογίας. Κυρίως δε η αυστηρή κριτική του Pico για την αβεβαιότητα της πλανητικής τάξης, ήταν η κύρια αιτία που τον ώθησε στην θεμελίωση και ανάπτυξη της ηλιοκεντρικής θεωρίας εκ μέρους του. Στο βιβλίο του *The Copernican Question* ο Westman δίνει κάποια παραδείγματα του καυστικού ύφους με το οποίο ο Pico αντιμετωπίζει την αστρολογία αναφέροντας ασυμφωνίες και ασυμβατότητες που υπάρχουν ανάμεσα στις αβεβαιότητες της αστρονομίας και τις ως εκ τούτου αμφισβητούμενες και λανθασμένες προβλέψεις της αστρολογίας. Εν συντομία αναφέρει τις ασυμφωνίες που υπάρχουν στον υπολογισμό των αστρολογικών οίκων, την διάρκεια του τροπικού έτους τον καθορισμό της ώρας της εαρινής ισημερίας καθώς και δυσκολίες στις αστρολογικές ερμηνείες που προκαλούνται από λάθη ενός βαθμού ή ακόμη και ενός λεπτού θέτοντας έναν πλανήτη στον λανθασμένο ζωδιακό σχήμα ή οίκο. Επίσης ο Pico στο κεφάλαιο 10 του έργου του, θίγει το κρίσιμο θέμα της τάξης των πλανητών και της ανάθεσης των στοιχειωδών ποιοτήτων σε αυτούς. Εκεί επιχειρεί μία αντιστοίχιση του πρώτου πλανήτη Κρόνου με το πρώτο στοιχείο της φωτιάς και του τρίτου πλανήτη Άρη με το τρίτο στοιχείο του νερού κάνοντας μία παρωδία αφού δεν είναι δυνατόν να αντιστοιχεί ο κρύος Κρόνος στην φωτιά και ο ξηρός Άρης στο νερό θέλοντας έτσι να αποδείξει ότι είναι ανοησία να υποστηρίζει κάποιος ότι το πρώτο στοιχείο ενός είδους πρέπει να σχετίζεται με το πρώτο στοιχείο ενός άλλου είδους με βάση μία εσωτερική φυσική συγγένεια. Ο Swerdlow υποστηρίζει ότι δεν έγινε αντιληπτό από τον Westman το πνεύμα του Pico, ο οποίος λαμβάνοντας υπ' όψιν την παραπάνω αντιστοιχία έβγαλε το συμπέρασμα ότι αν

υπάρχει ασυμφωνία στην πλανητική τάξη τότε και οι αρχές που καθορίζουν τις διάφορες σχέσεις των πλανητών με τις στοιχειώδεις ποιότητες (ζεστό, κρύο, υγρό και ξηρό) δεν θα ήταν ακριβείς. Και συνεχίζει εξάγοντας το συμπέρασμα ότι τότε αφού τα αστρονομικά δεδομένα δεν είναι βέβαια και ακριβή η αστρολογία δεν είναι δυνατόν να είναι βέβαιη για την σχέση των ουράνιων μεταβολών με αντίστοιχα αποτελέσματα. Η σχέση των πλανητών με τις ποιότητες περιγράφεται και στην Τετράβιβλο του Πτολεμαίου με την λογική ότι ένας πλανήτης κοντά στον ήλιο είναι ζεστός, ενώ μακριά από αυτόν είναι κρύος ενώ ένας πλανήτης κοντά στη Γη και την Σελήνη είναι υγρός ενώ μακριά από την Γη και την Σελήνη είναι ξηρός. Αυτά, υποστηρίζει ο Swerdlow, θεωρούνται βασικές αστρολογικές γνώσεις. Σύμφωνα με τον Westman η θεωρητική αστρολογία του Πτολεμαίου σχεδόν εξ' ολοκλήρου στηρίζεται σε αυτές τις σταθερές ποιότητες οι οποίες είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με την πλανητική του τάξη. Ωστόσο ο Swerdlow εδώ υποστηρίζει, ότι η σχέση των ποιοτήτων με τους πλανήτες δεν αφορά την πλανητική τάξη αλλά κυρίως τις αποστάσεις των πλανητών από τον Ήλιο και την Γη. Επίσης, συνεχίζει, ένα άλλο κύριο σημείο από το οποίο φαίνεται η επίδραση των πλανητών στην αστρολογία του Πτολεμαίου όσον αφορά τα αποτελέσματα που αναμένονται, καθορίζεται από τις θεότητες το όνομα των οποίων έχει κάθε πλανήτης και αυτό είναι προφανές στον αναγνώστη της Τετραβίβλου. Όμως αν υπάρχει μία αλλαγή στην πλανητική τάξη αυτή η αλλαγή τι επιπτώσεις θα είχε στα αστρολογικά συμπεράσματα; Ο Westman παραθέτει έναν πίνακα στον οποίο αναφέρει τις ποιότητες που αντιστοιχούν σε έναν πλανήτη σύμφωνα με το Γεωκεντρικό μοντέλο και σε μία δεύτερη στήλη τις ίδιες με διαφορετική σειρά στο Ηλιοκεντρικό μοντέλο χωρίς να εξηγεί αν και τι μεταβολές απαιτούνται ή κάποιες ενδείξεις για το τι αποτελέσματα προκαλεί το ηλιοκεντρικό μοντέλο στις ποιότητες. Όμως χωρίς αυτές τις μαρτυρίες δεν γίνεται φανερό και κατανοητό το κίνητρο του Κοπέρνικου για την διόρθωση των ποιοτήτων άρα και της πλανητικής τάξης που τον οδήγησε στην ηλιοκεντρική θεωρία. Απλά ο Westman, επαναλαμβάνει συνεχώς, υποστηρίζει ο Swerdlow, την άποψη ότι το κίνητρο του Κοπέρνικου για την υπεράσπιση της αστρολογίας μέσω της διόρθωσης της πλανητικής τάξης τον οδήγησε στην ηλιοκεντρική θεωρία. Αλλά όπως ο ίδιος παραδέχεται, ο Pico δεν αναφέρει τίποτα γύρω από την τάξη των πλανητών και την εκχώρηση σε αυτούς των στοιχειωδών ποιοτήτων κάτι που θέτει σε αμφιβολία την πιθανή αστρολογική προέλευση της ηλιοκεντρικής θεωρίας.

Κοπέρνικος και Αστρολογία

Ανεξάρτητα από το αν το κύριο κίνητρο του Κοπέρνικου για την ηλιοκεντρική θεωρία ήταν η υπεράσπιση και η βελτίωση της αστρολογίας τελικά είχε ο ίδιος σχέση με την αστρολογία; Στα γραπτά του πάντως που έχουν διασωθεί οι μελετητές έχουν διαπιστώσει ότι δεν υπάρχει ούτε μία αναφορά στην αστρολογία ή κάτι αντίστοιχο. Ούτε επίσης υπάρχει κάποιο ωροσκόπιο ή πρόβλεψη που να αποδίδεται σ' αυτόν. Εάν είχε διαβάσει τα γραπτά του Pico ή κάποιο τμήμα τους ενδεχομένως και αυτός να είχε συμφωνήσει ότι η αστρολογία ήταν γεμάτη διεστραμμένες ανοησίες και να την είχε αγνοήσει ολοσχερώς. Όμως πρέπει να αναφερθεί, ότι δεν έγραψε ούτε μία λέξη εναντίον της. Σύμφωνα με τα ιστορικά στοιχεία, στην εποχή που έζησε, όλοι όσοι ασχολούνταν με την αστρονομία λίγο πολύ είχαν επίσης σχέση και με την αστρολογία κάτι που όμως σίγουρα δεν αποτελεί στέρεα απόδειξη ούτε πειστικό επιχείρημα όσον αφορά τον ίδιο. Στα χρόνια των σπουδών του στην Κρακοβία, αναφέρει ο Swerdlow, είναι διαπιστωμένο ότι ο Κοπέρνικος είχε στην κατοχή του αντίγραφο από τους *Alphonsine Tables* για τον υπολογισμό μετρήσεων που είχαν σχέση με τον ήλιο την σελήνη τους πλανήτες και τις εκλείψεις, καθώς επίσης και τους *Regiomontanus Tabulae directionum* που περιλάμβαναν στοιχεία σφαιρικής αστρονομίας. Και οι δύο πίνακες χρησιμοποιούνταν σχεδόν αποκλειστικά από τους αστρολόγους. Επίσης κατείχε και το *In indictis astrorum* του Abi'r-Rijal's που ήταν το πιο πλήρες και περιεκτικό αστρολογικό εγχειρίδιο σε μετάφραση από τα Αραβικά. Φαίνεται λοιπόν ότι ενδιαφερόταν αρκετά για αυτά τα θέματα ενδεχομένως δε να είχε παρακολουθήσει και σχετικές διαλέξεις με θέμα την αστρονομία και την αστρολογία. Ο Westman αναφέρεται στα παραπάνω και δίνοντας την δική του ερμηνεία υποστηρίζει ότι η μύησή του στην κουλτούρα της αστρολογικής πρόβλεψης, έγινε στα χρόνια που ο Κοπέρνικος σπούδαζε νομικά στην Bologna και διέμενε στο σπίτι του Domenico Maria Novara. Όλα τα παραπάνω έχουν μία λογική, αλλά αποτελούν εικασίες, μήπως υπάρχει όμως και κάτι πιο χειροπιαστό σε σχέση με την ενασχόληση του Κοπέρνικου με την αστρολογία; Δεν είναι δυνατόν υποστηρίζει ο Swerdlow να επικαλεστεί κάποιος μόνο την επιθυμία του Κοπέρνικου να διορθώσει την πλανητική τάξη για να σώσει την αστρολογία από την κριτική του Pico γύρω από την «τάξη των πλανητών και την ανάθεση των στοιχειωδών ποιοτήτων» αφού όπως είδαμε παραπάνω, ο ίδιος ο Pico δεν έχει γράψει τίποτα πάνω σ' αυτό. Οι νεώτερες έρευνες απέδειξαν ότι υπάρχει μία εργασία του Κοπέρνικου με αστρολογικό περιεχόμενο η οποία προέρχεται από μία ύστερη περίοδο της ζωής του κάτι που όμως δεν μειώνει καθόλου την σημασία και την αξία της. Αφορά ένα

ημερολόγιο (almanac) του Κοπέρνικου το οποίο περιγράφεται σε ένα γράμμα στις 15 Οκτωβρίου του 1533 από τον Bernard Warowski που το έστειλε για δημοσίευση στον Sigismund von Herberstein στην Βιέννη. Ο Warowski το αναφέρει ως κάτι νέο που αναμενόταν για καιρό από τους σοφούς ένα ημερολόγιο διαφορετικό από αυτά που κυκλοφορούσαν συνήθως, το οποίο περιείχε τις πλέον αληθείς και ακριβείς εκτιμήσεις για την κίνηση των πλανητών. Περιελάμβανε υπολογισμούς από νέους πίνακες συντεταγμένους από τον Nikolaus Copernicus έναν διακεκριμένο μαθηματικό ο οποίος για τον σωστό υπολογισμό και την διόρθωση των πλανητικών κινήσεων, θεώρησε ότι έπρεπε να υποθέσει ότι η Γη κινείται, μία θεωρία που υποστήριζε αρκετά χρόνια πριν. Συνεχίζοντας ο Warowski προσθέτει ότι θα επιθυμούσε αυτό το ημερολόγιο να γίνει γνωστό και να κυκλοφορήσει ευρύτερα ώστε όλοι οι κατασκευαστές ημερολογίων και οι αστρονόμοι να αναγνωρίσουν και να διορθώσουν τα λάθη τους γιατί χωρίς αυτό καμία μετεωρολογική πρόβλεψη και κανένα ωροσκόπιο δεν θα έδινε σωστές προβλέψεις καθώς αυτές εξαρτώνται άμεσα από τις σωστές κινήσεις και θέσεις των πλανητών. Δυστυχώς ο Warowski πέθανε στις 5 Νοεμβρίου του ίδιου έτους, το ημερολόγιο δεν δημοσιεύτηκε ποτέ στην αστρονομική εφημερίδα και η μόνη μαρτυρία για την ύπαρξή του, είναι το γράμμα που προαναφέραμε.

Υπάρχει επίσης μία μεταγενέστερη έμμεση μαρτυρία για το ενδιαφέρον του Κοπέρνικου για την Αστρολογία. Ο Rheticus στο Narratio Prima υποστηρίζει ότι έχει μεγάλο αστρολογικό ενδιαφέρον η κίνηση του κέντρου περιστροφής της Γήινης σφαίρας που είναι ο μέσος ήλιος σε έναν μικρό κύκλο που προκαλεί μεταβολή μακράς περιόδου της εκκεντρότητας και κατεύθυνσης της καμπύλης γραμμής της Γής στην ηλιοκεντρική θεωρία του Κοπέρνικου. Ένα παράδειγμα γνωστό στην ιστορία της αστρολογίας αποτελεί ο καθορισμός της εξέλιξης των ιστορικών γεγονότων από την θέση των πλανητών εντός του ζωδιακού κύκλου με πιο γνωστό παράδειγμα την μεγάλες σύζευξη κάθε 20 χρόνια του Δία και του Κρόνου (δηλαδή φαίνονται από την Γη στο στερέωμα σαν ένα σημείο) η αλλαγή της τριπλής συνόδου δηλαδή τρία ζωδιακά σημεία σε θέση τρίαίνας κάθε 240 χρόνια και η επαναφορά στην αρχική τριπλή σύνοδο κάθε 960 χρόνια. Τα παραπάνω, σύμφωνα με τους αστρολόγους, επιδρούν στην άνοδο και την πτώση βασιλείων και θρησκειών κατά την διάρκεια δε του 15^{ου} και του 16^{ου} αιώνα, λαμβάνονταν πολύ σοβαρά υπ' όψιν. Ο Rheticus επίσης από την μεταβολή της εκκεντρότητας της κίνησης του κέντρου της γήινης σφαίρα σε έναν μικρό κύκλο με μία περίοδο 3434 Αιγυπτιακών ετών, (Το αιγυπτιακό έτος αποτελείται από 365 και $\frac{1}{4}$ ημέρες) ανακάλυψε μία μακράς περιόδου κίνηση την οποία θεωρούσε σημαντική για

την εξέλιξη των ιστορικών γεγονότων. Έγραψε μία θαυμάσια μελέτη όπως αναφέρει ο Swerdlow, η οποία αφορά μία χρονική περίοδο 7000 ετών, με αφετηρία την Δημιουργία, καταλήγοντας διαμέσου της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας στην άνοδο και την προβλεπόμενη πτώση του Ισλάμ. Εάν ο Κοπέρνικος συναινούσε ή είχε συμμετοχή σε αυτήν την αφήγηση δεν είναι γνωστό όμως, όπως έχει προαναφερθεί, δεν θεωρείται πιθανό από τους ιστορικούς ο Rheticus να συμπεριέλαβε στο *Narratio Prima* κάτι που δεν είχε την έγκριση του δασκάλου του. Άρα με αυτόν τον τρόπο προκύπτει ακόμη μία (έμμεση) μαρτυρία για τα αστρολογικά ενδιαφέροντα του Κοπέρνικου.

Η αστρολογία όπως αναφέρει ο Westman, έπαιξε πολύ σημαντικό ρόλο στην εποχή του Κοπέρνικου όπως προαναφέρθηκε έως και τον 17^ο αιώνα και δεν υπάρχει περίπτωση κάποιος που ασχολείτο με την αστρονομία να μην ενδιαφέρεται παράλληλα και για αστρολογικά θέματα. Ακόμη και όσοι ήταν πολέμοι της, κυρίως για θρησκευτικούς λόγους, χρησιμοποιούσαν τα πλεονεκτήματά της. Η αστρολογία αποτελεί ένα πολύ μεγάλο κεφάλαιο με πολύ μεγάλο ενδιαφέρον τόσο για το μαθηματικό της μέρος όσο και για τις ερμηνευτικό. Οι κυριότερες αστρολογικές πρακτικές αν και όχι οι πιο κοινές ήταν η κατασκευή ωροσκοπίων που αφορούσαν γεννήσεις, θεμελιώσεις πόλεων ή κτιρίων, χρονολογίες γεννήσεων και επετείων, αστρονομικά φαινόμενα όπως εκλείψεις και εισόδους του ήλιου στους αστερισμούς των ζωδίων και αστρολογικές ερμηνείες ιστορικών γεγονότων λόγω μεγάλων συνόδων των πλανητών. Όλα αυτά απαιτούσαν την χρήση αστρονομικών πινάκων ή αστρολογικών εφημερίδων που αφορούσαν τον ήλιο την γη την σελήνη καθώς και πίνακες σφαιρικής αστρονομίας για τον υπολογισμό των αστρολογικών οίκων. Για τον υπολογισμό των αστρολογικών οίκων και των «κατευθύνσεων», επειδή οι σφαιρικοί υπολογισμοί ήταν πολύπλοκοι, χρησιμοποιούνταν ειδικοί αστρονομικοί πίνακες όπως οι *Regiomontanus's Tabulae directionum profectionumque* όπως είναι το πλήρες όνομα τους, που επεκτάθηκαν σε μεγαλύτερους πίνακες από τον Reinhold και τον Magini, καθώς και μικρότεροι εύχρηστοι πίνακες, που περιλαμβάνονταν στις αστρολογικές εφημερίδες. Η φιλολογία γύρω από το εύρος των ερμηνειών των παραπάνω, είναι ατελείωτη και αποτελεί το μεγαλύτερο και πλέον πολύπλοκο κομμάτι της αστρολογίας αποτελούσε δε απαραίτητη γνώση, για όποιον επιθυμούσε να κατέχει ανεπτυγμένες αστρολογικές γνώσεις.

Βέβαια οι πιο διαδεδομένες εφαρμογές της αστρολογίας αυτές που απευθύνονταν στον κοινό άνθρωπο, δεν ήταν τόσο πολύπλοκες. Αφορούσαν κυρίως ετήσια

ημερολόγια (almanacs) και δημοσιεύονταν και αυτές σε αστρολογικές εφημερίδες. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελούν οι εργασίες του Sternkucker, αναφέρει ο Swerdlow, οι οποίες κυκλοφόρησαν σε ολοένα αυξανόμενους αριθμούς από το 1460 και για τουλάχιστον 200 χρόνια. Περιλάμβαναν επιλογές για πάρα πολλές δραστηριότητες της ανθρώπινης δραστηριότητας που καθορίζονταν από τις θέσεις των πλανητών σε σχέση με τους ζωδιακούς αστερισμούς. Αυτός ήταν και ο λόγος που τέτοιες αστρολογικές προβλέψεις περιλαμβάνονταν στην αστρολογική εφημερίδα του Κοπέρνικου που περιέγραψε ο Warowski. Αυτές οι εφημερίδες συχνά περιλάμβαναν και κείμενα με στοιχειώδες ή και περισσότερο προχωρημένο αστρολογικό περιεχόμενο. Η σχέση του Κοπέρνικου με την αστρολογία στον βαθμό που προκύπτει από τα σωζόμενα ιστορικά δεδομένα, αν ήταν υπαρκτή, σίγουρα θα ήταν απόλυτα συνδεδεμένη με τα αστρονομικά του ενδιαφέροντα και όπως γίνεται φανερό από τα παραπάνω, αφορούσε μία δραστηριότητα που ήταν κοινή και συνηθισμένη τόσο στον Ευρωπαϊκό χώρο ευρύτερα, όσο και στο κοινωνικό περιβάλλον στο οποίο δραστηριοποιήθηκε και πέρασε μεγάλο μέρος της ζωής του. Η αστρολογία και η επίδραση που μπορεί να είχε στο έργο του Κοπέρνικου μπορεί να παραμένει ένα ερώτημα όμως η σχέση του με την αστρονομία, είναι πέρα από κάθε αμφισβήτηση, αφού θεωρείται το μοναδικό πρόσωπο στην εποχή του, που είχε μία τόσο σημαντική συνεισφορά στην αλλαγή του τρόπου με τον οποίο έβλεπαν και αντιλαμβάνονταν το σύμπαν οι άνθρωποι.

Commentariolus, Άραβες αστρονόμοι, Αστρονομικοί πίνακες.

Όταν ο Κοπέρνικος κοινοποίησε το πρώτο του έργο το *Commentariolus* μεταξύ 1510 και 1514 δεν εισήγαγε και εξήγησε μόνο την ηλιοκεντρική θεωρία για την κίνηση της Γης και των πλανητών γύρω από τον ήλιο, αλλά καθόρισε μοντέλα και για μια σειρά από άλλα φαινόμενα όπως η φαινόμενη κίνηση του ήλιου, η μετάπτωση των ισημεριών που αφορά την περιστροφή του άξονα της Γης όταν περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό της, την κίνηση της σελήνης και των εσωτερικών και εξωτερικών πλανητών με βάση το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος, που διαφέρει. Όταν καθόριζε και διαμόρφωνε την ηλιοκεντρική θεωρία ο Κοπέρνικος δεν θεωρούσε ότι έκανε κάτι αξιοσημείωτο και σημαντικό ή ότι έδινε λύση σε κάποιο παλιό άλυτο πρόβλημα ούτε έδωσε έμφαση σε αυτήν σαν πρωτότυπη υπόθεση, αν την θεωρούσε και υπόθεση, όπως σημειώνει ο Swerdlow. Δεν έπαυε να επαναλαμβάνει συνεχώς, ότι πρωταρχικός του σκοπός και στόχος ήταν, να διατηρήσει με τους υπολογισμούς του την ομοιόμορφη κυκλική κίνηση, η οποία όπως πίστευε είχε παραβιασθεί στα Πτολεμαϊκά μοντέλα από

την χρήση του εξισωτή. Βασικός οδηγός του στην μαθηματική αστρονομία ήταν το έργο του Regiomontanus *Epitome of the Almagest* που τυπώθηκε και εκδόθηκε το 1496. Τα μοντέλα του για την σελήνη και την ανισότητα των πλανητών με τα οποία διατηρούσε την ομοιόμορφη κυκλική κίνηση, βασίζονταν στις μελέτες Αράβων αστρονόμων ιδιαίτερα του Ibn ash-Shatir από την Δαμασκό που ανήκε στην σχολή της Maragha όπως ονομαζόταν, από το όνομα ενός αστρονομικού παρατηρητηρίου που βρισκόταν στην Maragha στην Περσία. Επίσης στην θεωρία του για το γεωγραφικό πλάτος χρησιμοποιεί μία διάταξη που αποδίδεται σε έναν άλλο Άραβα αστρονόμο τον Nasir ad-Din at-Tusi. Η διάδοση των επιτευγμάτων των Αράβων αστρονόμων στην Ιταλία καθώς και με ποιο τρόπο απέκτησε αυτές τις γνώσεις ο Κοπέρνικος, δεν είναι γνωστό, όμως επειδή οι αρχές των μοντέλων του είναι όμοιες με των Αράβων, προκύπτει ότι μάλλον, σημειώνει ο Swerdlow, δεν επρόκειτο για πρωτότυπη δημιουργία εκ μέρους του. Υπάρχουν στο *Commentariolus* παραλείψεις που διορθώθηκαν αργότερα από τον Κοπέρνικο. Η θεωρία του στηρίζεται σε μία σειρά από αξιώματα και αριθμητικές παραμέτρους προερχόμενες από τους Alphonsine Tables αμφίβολης ακρίβειας. Επίσης υπήρχαν λάθη στα μοντέλα των κατώτερων πλανητών (Ερμής, Αφροδίτη) που ίσως υποδηλώνουν ασυμφωνίες ή παρανοήσεις προερχόμενες από τις πηγές.

Το *De Revolutionibus* ουσιαστικά αντικατέστησε την Αλμαγέστη, αποτελώντας ένα πλήρες και περιεκτικό αφιέρωμα στην μαθηματική αστρονομία και καθιερώνοντας τον Κοπέρνικο ως έναν νέο Πτολεμαίο.. Περιλαμβάνει επίπεδη και σφαιρική τριγωνομετρία, σφαιρική αστρονομία, κατάλογο συντεταγμένων των άστρων προσαρμοσμένων από την μετάπτωση των ισημεριών και την απόκλιση της εκλειπτικής με μακράς περιόδου ανισότητες του Πτολεμαίου, ηλιακή θεωρία, σεληνιακή θεωρία, μέτρηση της απόστασης του ήλιου και της σελήνης από τη γη με την βοήθεια της παράλλαξης, φαινόμενη διάμετρο του ήλιου και της σελήνης, μέτρηση της σκιάς της γης απαραίτητη για την παρατήρηση των εκλείψεων, πλανητική θεωρία που αφορά το γεωγραφικό μήκος, στάσεις και ανάδρομες πορείες των πλανητών καθώς και τις πρόσφατες θεωρίες για το γεωγραφικό πλάτος. Ο τίτλος έχει σαν επικεφαλίδα το αρχαίο ελληνικό ρητό που ήταν γραμμένο στην είσοδο της Ακαδημίας του Πλάτωνα, «Μηδείς αγεωμέτρητος εισίτω μου την στέγην», κάτι που ίσως αποτελεί έναν υπαινιγμό, λέει ο Swerdlow, ότι το βιβλίο απευθύνεται περισσότερο σε μαθηματικούς και λιγότερο σε ερμηνευτές των ιερών κειμένων. Πραγματικά, όπως προαναφέρθηκε, μετά τα πρώτα 11 κεφάλαια του πρώτου βιβλίου όπου διαπραγματεύεται την γενική περιγραφή του σύμπαντος, με τις αιτίες των κινήσεων της γης και την ηλιοκεντρική θεωρία, στα

υπόλοιπα από τα έξι βιβλία είναι απαραίτητη η γνώση των μαθηματικών. Αυτό γίνεται απαραίτητο αφού αναφέρονται περιγραφές πλανητικών μοντέλων προσαρμοσμένες από την σχολή της Maragha, όχι πάντα με σωστό τρόπο και με μετατροπές σε σχέση με το Commentariolus, υπολογισμός παραμέτρων από παρατηρήσεις σε ευρεία κλίμακα για πρώτη φορά από την εποχή του Πτολεμαίου, υπολογισμοί και εξήγηση αστρονομικών πινάκων. Ας σημειωθεί ότι όλοι οι πίνακες ήταν κατασκευασμένοι σύμφωνα με το γεωκεντρικό μοντέλο επομένως χρησιμοποιώντας τους, ένα ηλιοκεντρικό γεωγραφικό πλάτος ή γεωγραφικό μήκος δεν εμφανίζεται στους υπολογισμούς. Σαν βασική πηγή ο Κοπέρνικος, είχε την πολύ καλή γνώση της Αλμαγέστης αλλά και της Επιτομής της Αλμαγέστης, όπως φαίνεται σχεδόν σε κάθε σελίδα και σε μικρότερη κλίμακα, κάποιες άλλες πηγές όπως οι Alfonsine Tables και οι Tabulae Directionum και φυσικά πολλή πρωτότυπη εργασία, αφού όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο Κοπέρνικος ήταν ο πρώτος αυθεντικός αστρονόμος του καιρού του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Συνάφεια μεταξύ Κοπέρνικου και Φυσικής σύμφωνα με τον Peter Barker.

Ηλιοκεντρική Θεωρία και Φυσική

Ο Peter Barker (2002) καθηγητής στο πανεπιστήμιο της Oklahoma, σε μία προσπάθεια να προσδιορίσει την σχέση της αστρονομίας του Κοπέρνικου με τις θεωρίες που καθόριζαν τις φυσικές διαδικασίες ερμηνείας του κόσμου, διερευνά τον τρόπο με τον οποίο ο Κέπλερ επιχείρησε να συνδέσει την αστρονομία με την φυσική και το πώς συνέβαλλε, ώστε να γίνει περισσότερο αποδεκτή και κατανοητή η θεωρία του Κοπέρνικου. Επίσης αναλύει το έργο του Κοπέρνικου μέσα στο ιστορικό πλαίσιο της εποχής του και διερευνά την ιστορική προέλευση της «μοντέρνας» άποψης για την θεωρία του Κοπέρνικου που ισχύει μέχρι σήμερα.

Η βασική ιδέα για την οποία είναι γνωστός παγκοσμίως ο Κοπέρνικος σε γενικές γραμμές, αναφέρει ο Barker, είναι η ηλιοκεντρική θεωρία δηλαδή η άποψη ότι το κέντρο του σύμπαντος είναι ο ήλιος και γύρω από αυτόν περιστρέφονται τόσο η γη όσο και οι υπόλοιποι πλανήτες. Παράλληλα αν και αυτό δεν εκφράζεται ρητά, υπάρχει μία οντολογία σύμφωνα με την οποία οι πλανήτες αποτελούν αυτόνομες οντότητες που περιφέρονται στο σύμπαν. Ο υπολογισμός αυτής της πορείας των πλανητών, που ονομάζουμε τροχιά, εξαρτάται τόσο από την παρατήρηση όσο και από την πρόβλεψη μέσω μαθηματικών κυρίως υπολογισμών. Η τροχιά μέσω της κίνησης, υπόκειται σε μεταβολές, επομένως η διερεύνηση των αιτιών της κίνησης είναι σημαντική για την αστρονομία. Είναι σύνηθες να αποδίδονται στον Κοπέρνικο οι περισσότερες καινοτομίες στο θέμα αυτό και ένας μικρός αριθμός στον Κέπλερ. Στον Κέπλερ, αποδίδεται η διαπίστωση, ότι οι τροχιές των πλανητών είναι ελλείψεις καθώς και ο τρόπος με τον οποίο κινούνται οι πλανήτες στην έλλειψη (1^{ος} και 2^{ος} νόμος). Επίσης είναι κοινά αποδεκτό ότι ο Κέπλερ κατέληξε στα συμπεράσματα του, αξιοποιώντας τις παρατηρήσεις του Tycho Brahe αν και πρόσφατες σχετικά έρευνες από τον Peter Dear, έδειξαν ότι εκείνη την εποχή, δεν έδιναν την σημασία που δίνουμε σήμερα στις παρατηρήσεις ούτε τις συνέδεαν αναγκαστικά με την θεωρία.

Την εποχή που εμφανίσθηκε ο Κοπέρνικος, η αστρονομία ήταν μία αναπτυσσόμενη επιστήμη με σημαντική ώθηση. Ο Georg Peuerbach και ο μαθητής του Regiomontanus εργάζονταν πάνω σε μία νέα μελέτη της Αλμαγέστης του Πτολεμαίου. Επίσης ο Peuerbach, πριν από αυτό, είχε ολοκληρώσει μία νέα έκδοση του βασικού εγχειριδίου

των πανεπιστημίων Theorika διορθώνοντας κάποια λάθη που υπήρχαν στην αρχική έκδοση και ερμηνεύοντας κάποιους τεχνικούς όρους πιο ολοκληρωμένα. Ο Peurbach συμπλήρωσε την εξήγηση των πλανητικών κινήσεων με την χρήση περικλειστων κύκλων με αντίστοιχες τρισδιάστατες σφαίρες σε συνδυασμούς. Οι κύριες σφαίρες περιστρέφονταν γύρω από άξονες προκειμένου να αναπαράγουν τους κύκλους και τους επίκυκλους του Πτολεμαϊκού συστήματος. Οι σφαίρες που εισήγαγε ο Peurbach γεφύρωσαν το χάσμα μεταξύ πλανητικών κινήσεων και φυσικής γιατί έδειξαν πως ένας συνδυασμός σωμάτων, υπακούοντας σε αρχές και νόμους σχετικούς με την φυσική των ουρανών παρήγαγε κινήσεις σαν κι αυτές που περιέγραφε το σύστημα του Πτολεμαίου. Η οντολογία των ουρανίων σωμάτων ακολουθούσε την Αριστοτελική θεωρία σύμφωνα με την οποία η ύλη και η ουσία του διαστήματος ήταν διαφορετική από τα τέσσερα στοιχεία της υποσελήνιας περιοχής και σε αντίθεση με αυτά, ήταν αιώνια μη επιδεχόμενη οποιαδήποτε αλλαγή. Τα αστέρια αποτελούνταν από την ίδια ουσία με μεγαλύτερη πυκνότητα. Όποιες και αν ήταν οι αιτίες της κίνησης, τελικά κατέληγαν στις κινήσεις των πλανητών που μελετούσε και περιέγραφε η αστρονομία η οποία άφηνε την μελέτη και αναζήτηση των αιτιών της κίνησης στην φυσική.

Οι Αβεροϊστές, οπαδοί του Αβερρόη (1126-1198) Άραβα φιλοσόφου και μελετητή του Αριστοτέλη, εκφράζοντας σοβαρές επιφυλάξεις για την ύπαρξη και λειτουργία των έκκεντρων κύκλων και των επίκυκλων ασκούσαν αυστηρή κριτική στην θεωρία του Πτολεμαίου, βασιζόμενοι στην αυστηρή ανάγνωση του Αριστοτέλη ο οποίος υποστηρίζει ότι υπάρχουν μόνο ομοιόμορφες κυκλικές κινήσεις με κέντρο την Γη. Ο Κοπέρνικος λοιπόν με το έργο του, είχε την φιλοδοξία αφενός μεν να παρουσιάσει μία αστρονομία που να στηρίζεται στην φυσική, δηλαδή στηριγμένη σε φυσικές αιτίες και αφετέρου να διατηρήσει τις ακριβείς προβλέψεις που ήταν σε θέση να παρέχει το Πτολεμαϊκό μοντέλο, διορθώνοντας κάποια βασικά σημεία της θεωρίας. Για παράδειγμα ο εξισωτής δεν φαινόταν να συμφωνεί πουθενά με την Αριστοτελική θεωρία καθώς ξεχώριζε το γεωμετρικό κέντρο της περιστροφής από το κέντρο της ομοιόμορφη κίνησης μίας ουράνιας σφαίρας. Ακολουθώντας μία τεχνική ο Κοπέρνικος μετέφερε το διαφορετικό κέντρο και διαίρεσε την εκκεντρότητά του ώστε το ένα τέταρτο αυτής εμφανίζεται τώρα ως το κέντρο ενός μικρού βοηθητικού επίκυκλου. Έτσι τώρα η συνισταμένη κίνηση των πλανητών, διέφερε ελάχιστα από αυτήν που περιέγραφε το Πτολεμαϊκό σύστημα. Με αυτόν τον τρόπο απάλλαξε από την κύρια θεωρητική σύγχυση το Πτολεμαϊκό σύστημα κάτι που αποδέχθηκε με ιδιαίτερη ικανοποίηση ο επιστημονικός κόσμος της εποχής. Ωστόσο την ίδια στιγμή

αντικατέστησε την γη με τον ήλιο σαν κέντρο της κίνησης σαν αποτέλεσμα και ανάγκη των υπολογισμών, αφού χρησιμοποιώντας νέες τεχνικές, ο ήλιος πρόβαλε στο κέντρο των πλανητικών κινήσεων. Τα έργα του Κοπέρνικου, υποστηρίζει ο Barker, είχε στόχο να απαντήσει στην πρόκληση των Αβεροϊστών για ερμηνεία που θα ικανοποιούσε τις φυσικές σταθερές που απαιτούνταν σύμφωνα με τον Αριστοτέλη, διατηρώντας παράλληλα την μαθηματική πληρότητα της Πτολεμαϊκής Αστρονομίας.

Το σημαντικό στο έργο του Κοπέρνικου υποστηρίζει ο Barker, δεν είναι τόσο η αλλαγή του κέντρου της κίνησης όσο και αν αυτό προβάλλεται, αλλά οι λύσεις που έδωσε σε προβλήματα και δυσκολίες του Πτολεμαϊκού συστήματος όπως η πρόσθεση ενός μικρού επίκυκλου στην περιστροφή της σελήνης προκειμένου να διορθωθεί μια μεταβολή στην μηνιαία φαινόμενη διάμετρο, καθώς επίσης και τεχνικά προβλήματα που αφορούσαν την κίνηση του ήλιου ανεξάρτητα από το αν ήταν ή όχι το κέντρο των πλανητικών κινήσεων. Το τελευταίο και πιο σημαντικό σημείο για την κατανόηση του Κοπέρνικου είναι ότι αυτός δεν μπορούσε να αντιληφθεί πλήρως τις πλανητικές τροχιές αφού το μόνο που μπορούσε να κάνει ως γήινος παρατηρητής ήταν να υπολογίσει την γωνιακή θέση των πλανητών. Δηλαδή θεωρώντας ότι το στερέωμα ήταν μία γιγάντια σφαίρα με κέντρο την γη, ή τον ήλιο, οι γωνίες που μπορούσε να μετρήσει και ο συνδυασμός αυτών έδιναν κάποιο μέτρο της θέσης και της τροχιάς των πλανητών χωρίς να παίζουν ουσιαστικό ρόλο οι αποστάσεις.

Ερμηνεία του Wittenberg

Η Ερμηνεία του Wittenberg, είναι όρος που εισήγαγε ο Robert Westman το 1975, και αφορά τον τρόπο με τον οποίο έγινε αποδεκτή η Κοπερνίκια θεωρία στο Πανεπιστήμιο του Wittenberg, κέντρο της Μεταρρύθμισης του Martin Luther στις όχθες του ποταμού Έλβα. Στο Wittenberg οι καθηγητές των μαθηματικών ήταν αρμόδιοι ταυτόχρονα και για την διδασκαλία της αστρονομίας, και μεταξύ των ετών 1536 και 1553 καθηγητής ανώτερων μαθηματικών ήταν ο Erasmus Reinhold ο οποίος όπως υποστηρίζει ο Barker είχε πρόσβαση στο έργο του Rheticus's *Narratio Prima* αλλά ίσως και στο χειρόγραφο του Κοπέρνικου πριν αυτό εκδοθεί επίσημα το 1543. Ο Reinhold υιοθέτησε τις μαθηματικές τεχνικές του Κοπέρνικου και τις χρησιμοποίησε για να κατασκευάσει αστρονομικούς πίνακες (Prutenic tables) αν και δεν συμφωνούσε με την κοσμολογία του πιστεύοντας σταθερά, ότι η Γη ήταν ακίνητη. Γράφοντας μία πρόιμη κριτική στο έργο του Κοπέρνικου, τον θεωρούσε κατ' αρχάς αναμορφωτή της αστρονομίας και συνεχιστή του έργου του Πτολεμαίου κατά των Αβεροϊστών, καθώς

και πηγή ανώτερων τεχνικών μεθόδων υπολογισμού, ωστόσο τόσο αυτός όσο και ο διάδοχός του Caspar Peucer, είχαν βασικές αντιρρήσεις γύρω από τις θέσεις του που αφορούσαν την κίνηση της γης και την τοποθέτηση του ήλιου στο κέντρο του σύμπαντος. Οι αντιρρήσεις τους ήταν δύο ειδών. Εν πρώτοις το γεγονός της ακινησίας της γης είχε δογματική θρησκευτική προέλευση αφού αναφερόταν και βεβαιωνόταν στην Παλιά Διαθήκη και δεύτερον, είχαν επιστημονικές αντιρρήσεις που στηρίζονταν στην φυσική του Αριστοτέλη και στην παρατήρηση ότι αν η γη κινείται τότε ένα σώμα που πέφτει ελεύθερα, δεν θα είχε τροχιά κάθετη στο οριζόντιο επίπεδο όπως γνωρίζουμε αλλά διαφορετική.

Το έργο του Κοπέρνικου, υποστηρίζει ο Barker, δεν πρέπει να θεωρηθεί ότι ερχόταν σε αντίθεση με την άποψη περί της σύστασης του σύμπαντος από μία ουσία η οποία όπως κινείται μετακινεί και τους πλανήτες ή ότι το σύμπαν αποτελείται από συμπλέγματα αυτής της ουσίας. Για πολλούς συγγραφείς από την στιγμή που δεν χρησιμοποιείτο ο εξισωτής μπορούσαν να επινοήσουν διάφορες κατασκευές και συνδυασμούς πλανητών ανάλογα με τις γωνιακές τους θέσεις για να περιγράψουν τις τροχιές τους αλλά το ποιος ήταν ακριβώς αυτός ο συνδυασμός ήταν ένα ερώτημα. Πειραματισμοί με διάφορους συνδυασμούς οδήγησαν ορισμένους ερευνητές σε αυτό που αποκαλείται σήμερα «Τυχονικό» σύστημα. Σε αυτό η γη βρίσκεται ακίνητη στο κέντρο του κόσμου, η σελήνη περιστρέφεται γύρω από την γη ο ήλιος περιστρέφεται γύρω από την γη και οι πλανήτες περιστρέφονται γύρω από τον ήλιο. Αυτό ήταν ένα σύστημα που εισήγαγε ο Tycho Brahe και το οποίο οδήγησε στην σταδιακή εγκατάλειψη και απόρριψη της Αριστοτέλειας άποψης για το σύμπαν. Σημαντικό ρόλο σε αυτό έπαιξαν οι παρατηρήσεις των κομητών και διαδοχικά η ανάπτυξη του θέματος της πλανητικής τροχιάς. Δύο εμφανίσεις κομητών το 1532 και 1533 έδωσαν την ευκαιρία στους ερευνητές να παρατηρήσουν ότι οι ουρές των κομητών στρέφονταν μακριά από τον ήλιο σε κυκλική τροχιά. Αυτό το φαινόμενο φάνηκε να εξηγείται από την οπτική, και το 1550 έγινε γενικά αποδεκτό, ότι οι ακτίνες του ήλιου περνώντας διαμέσου της ουράς και εστιάζοντας στην κεφαλή του κομήτη, η οποία λειτουργούσε σαν φακός, απομάκρυναν την ουρά από τον ήλιο. Αυτό το συμπέρασμα ενώ δεν ερχόταν σε αντίθεση με την θέση του Αριστοτέλη για την σύσταση του σύμπαντος ήταν αντίθετο με την ερμηνεία που έδινε ο Αριστοτέλης για τους κομήτες. Ο Αριστοτέλης υποστήριζε ότι οι κομήτες ήταν φαινόμενα στην υπό σελήνια περιοχή αποτελούμενα από γήινα υλικά. Ο Ioannes Pena (1528-1558) Γάλλος μαθηματικός στο Βασιλικό κολέγιο στο Παρίσι, υποστήριξε ότι αυτή η άποψη δεν ήταν ικανή για να εξηγήσει ικανοποιητικά

την κατεύθυνση της ουράς του κομήτη και αντικρούοντας την Αριστοτελική φυσική, υποστήριξε ότι δεν ήταν δυνατό να παρατηρηθεί η αστρική διάθλαση. Επομένως συμπέρανε, το διάστημα αποτελείται από την ίδια συνεχή ουσία και σε συνέχεια μιας διαδεδομένης τάσης για επιστροφή στις κλασικές πηγές μίλησε για Στωϊκό ζωϊκό αέρα. Όλες αυτές οι απόψεις έπαιξαν ρόλο στην εκ μέρους του Tycho Brahe υιοθέτηση του «γεω-ηλιοκεντρικού συμβιβασμού».

Μέθοδοι για την μέτρηση της παράλλαξης της σελήνης και του ήλιου είχαν περιγραφεί ήδη από τον Πτολεμαίο όταν και οι Regiomontanus και Levi ben Gerson συμπέραναν ότι και οι αποστάσεις των κομητών θα μπορούσαν καθορισθούν επίσης από τις παρατηρήσεις της παράλλαξης. Από την παρατήρηση και την μελέτη της τροχιάς των κομητών τόσο ο Tycho Brahe όσο και ο Michael Maestlin είχαν πεισθεί ότι κανένα σχέδιο με κέντρο τη γη δεν μπορούσε να υπάρξει στο σύμπαν. Επίσης για τον Tycho Brahe υπήρχε ένα επιπλέον πρόβλημα. Δεν μπορούσε να αποδεχθεί την κίνηση της γης και για τους θεολογικούς και φυσικούς λόγους που επικρατούσαν στην Λουθηρανική παράδοση. Μπορεί να θεωρηθεί το σύστημα αυτό το αποκορύφωμα της παράδοσης του Wittenberg στην αστρονομία. Το σύστημα του Tycho Brahe θεωρήθηκε ότι περιλαμβάνει όλα τα πλεονεκτήματα και κανένα από τα μειονεκτήματα των συστημάτων τόσο του Πτολεμαίου όσο και του Κοπέρνικου.

Η Θεωρία του Κοπέρνικου χρειαζόταν μία νέα φυσική με την οποία δεν ήταν εφοδιασμένη. Επίσης απέτυχε να δώσει στον ήλιο έναν σημαντικό ρόλο και του στέρησε την δυνατότητα να έχει τροχιά. Ο Κέπλερ είναι ο πρώτος οπαδός του Κοπέρνικου που απορρίπτει τις ουράνιες σφαίρες. Κατά την άποψή του ο ήλιος παίζει έναν αιτιοκρατικό ρόλο στις πλανητικές κινήσεις που περιγράφονται με όρους φυσικής πραγματικής τροχιάς. Οι διαφορές μεταξύ Κοπέρνικου και Κέπλερ ήταν τόσο πολλές που κάτω από διαφορετικές περιστάσεις ο Κέπλερ θα μπορούσε να αναπτύξει αυτόνομα την δική του θεωρία. Οι λόγοι για τους οποίους δεν το έκανε αυτό ήταν ότι κατ' αρχάς ήθελε να απαλλαγεί από την σκιά του Tycho Brahe και στην προσπάθειά του αυτή υιοθέτησε τις απόψεις του Κοπέρνικου, ο οποίος ήταν αποδεκτός και έχαιρε εκτίμησης από το Wittenberg ήταν δε ο εμπνευστής αυτής της γραμμής έρευνας. Δηλαδή ο Κέπλερ μαζί με τον Κοπέρνικο ήταν το ισοδύναμο του Tycho Brahe. Όμως Ο Κέπλερ υπερασπίζοντας τις καινοτομίες του, πρόβαλε έναν Κοπέρνικο διαφορετικό από αυτόν που δεχόταν το Wittenberg.

Αυτήν την νέα άποψη για τον Κοπέρνικο υποστήριζε και ο Γαλιλαίος αν και ποτέ δεν υιοθέτησε τις ελλείψεις του Κέπλερ παρά το ότι θεωρούσε τον ήλιο σαν την κύρια πηγή της πλανητικής τροχιάς. Αυτό κυρίως φαίνεται στο έργο του *Διάλογος πάνω στα δύο σημαντικότερα συστήματα περί κόσμου* όπου εννοούσε τον Αριστοτέλη και τον Κοπέρνικο παραλείποντας τον Tycho Brahe παρά το ότι το σύστημά του Tycho ήταν αποδεκτό τόσο από την Καθολική Εκκλησία όσο και από τους Προτεστάντες.

Ο Ρενέ Ντεκάρτ επίσης συμφωνούσε με το ηλιοκεντρικό σύστημα αν και δεν το έκανε ευρέως γνωστό λόγω της καταδίκης του Γαλιλαίου. Ο Νεύτων με την τον νόμο της παγκόσμιας έλξης δικαίωσε το Κοπερνίκιο σύστημα υποστηρίζοντας ότι όλοι οι πλανήτες και η γη περιστρέφονταν γύρω από τον ήλιο σε ελλειπτικές τροχιές.

Συμπερασματικά, καταλήγει ο Barker, βλέπουμε ότι η μετάβαση από το Αριστοτελικό - Πτολεμαϊκό σύστημα στον μηχανικό κόσμο του Νεύτωνα δεν ήταν κάτι που απαιτούσε από τον Κοπέρνικο να εισαγάγει την ιδέα ότι οι αστρονομικές θεωρίες έπρεπε να είναι ρεαλιστικές αλλά ότι η αναζήτηση των αιτίων ήταν περισσότερο θέμα της φυσικής. Συνέχισε να χρησιμοποιεί πολλά στοιχεία του Πτολεμαϊκού Συστήματος δίνοντας στον ήλιο ένα σημαντικό ρόλο στην μαθηματική του αστρονομία, υποστηρίζοντας τον αιτιοκρατικό του ρόλο στις κινήσεις των πλανητών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Ρεαλισμός και Εργαλειοκρατία στην Αστρονομία του 16^{ου} αιώνα

Ρεαλισμός, Εργαλειοκρατία

Από την εποχή που ο Duhem δημοσίευσε το έργο του *Σώζειν τα φαινόμενα*, (*SOZEIN TA PHAINOMENA, essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée, Paris*,) ακόμη, υπάρχει η άποψη, ότι η Αστρονομία κατά τον 16^ο αιώνα και ειδικά η ερμηνεία του Κοπέρνικου από την σχολή του Wittenberg, ήταν περισσότερο Εργαλειοκρατική (instrumentalistic) παρά Ρεαλιστική (Realistic). Αυτό όπως φαίνεται όμως, δεν είναι απόλυτα ακριβές αφού όπως αναφέρουν οι Goldstein και Barker, ένας μη αναγνωρισμένος μέχρι πρόσφατα αστρονόμος της σχολής του Wittenberg, ο Edo Hildericus, παρουσίασε μία λεπτομερή αναφορά της κοσμολογίας του Κοπέρνικου που είναι ασύμβατη με την Εργαλειοκρατική θεώρηση. Παραπομπές αστρονόμων του 16^{ου} αιώνα δείχνουν, ότι η γνώση της αληθινής διαμόρφωσης των ουρανών ήταν ανέφικτη με βάση την απλή παρατήρηση και τα υπάρχοντα μέσα. Η αστρονομία ήταν εγκλωβισμένη εκ των πραγμάτων σε εμπειρικές αποδείξεις περισσότερο παρά σε αιτιοκρατικές αν και οι τελευταίες θεωρούνταν το ιδανικό. Υποθέτουμε δε ότι ο περίφημος πρόλογος που έγραψε ο Andreas Osiander στο *De Revolutionibus* εκφράζει ακριβώς αυτήν την άποψη που ήταν κοινός τόπος κατά τον 16^ο αιώνα και δεν έχει καμία σχέση με την Εργαλειοκρατία με την έννοια που δόθηκε σ' αυτήν τον 20 αιώνα, δηλαδή θεωρούμε ότι ούτε ο Ρεαλισμός ούτε η Εργαλειοκρατία με την σύγχρονη έννοια έχουν εφαρμογή στην αστρονομία του 16^{ου} αιώνα.

Τα αστρονομικά μοντέλα κατά τον 16^ο αιώνα

Η Κοπερνίκια θεωρία γίνεται αποδεκτή από τους αστρονόμους στα τέλη του 16^{ου} με αρχές του 17^{ου} αιώνα, με διαφορετικές ερμηνείες. Από την μία μεριά βρίσκουμε τον Rheticus και τον Κέπλερ οι οποίοι αποδέχονται και υποστηρίζουν την ηλιοκεντρική θεωρία. Αυτοί σήμερα σύμφωνα με τον Westman (1980) και τον Goldstein (1987) θεωρούνται αυθεντικοί οπαδοί του Κοπέρνικου. Από την άλλη έχουμε πολύ περισσότερους συγγραφείς όπως ο Erasmus Reinhold και ο Phil[ip] Melanchthon οι οποίοι αποδέχονται και εγκρίνουν την Κοπερνίκια θεωρία επιμένοντας όμως στην ακινησία της Γης. Πριν από κάποια χρόνια αυτή η δεύτερη ερμηνεία του Κοπέρνικου δεν ήταν αποδεκτή όσον αφορά την υποστήριξη του Κοπέρνικου. Πρόσφατες εργασίες ιστορικών αποκάλυψαν ότι ο Melanchthon και οι οπαδοί του στο Wittenberg,

ανέπτυξαν μία ερμηνεία του Κοπέρνικου όπως έχει προαναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια, σύμφωνα με την οποία υιοθέτησαν τα χωρίς εξισωτή μοντέλα του Κοπέρνικου για να κατασκευάσουν νέους αστρονομικούς πίνακες απορρίπτοντας σταθερά το κοσμολογικό μέρος της Κοπερνίκιας σκέψης. Μέχρι την δημοσίευση από τον Duhem του βιβλίου του *To Save the Phenomena* η απόρριψη της ηλιοκεντρικής θεωρίας εκ μέρους τους απλά εθεωρείτο ότι ήταν μία προσπάθεια να αρνηθούν το οντολογικό status στα αστρονομικά μοντέλα. Δηλαδή υποστήριζαν, ότι πολλοί αστρονόμοι του 16^{ου} αιώνα ήταν Εργαλειοκράτες η φαντάζονταν μοντέλα που δεν υπήρχαν στην πραγματικότητα, ενώ ο Κοπέρνικος και οι οπαδοί του ήταν Ρεαλιστές δηλαδή πίστευαν ότι τα μοντέλα τους υπήρχαν πραγματικά στους ουρανούς. Επίσης πιστευόταν ότι ο πρόλογος του Oslander ήταν μία προτροπή προς τον αναγνώστη να διαβαστεί το βιβλίο Εργαλειοκρατικά. Αν θεωρηθεί αποκομμένη από το ιστορικό της περιβάλλον η προερχόμενη από την σχολή του Wittenberg ερμηνεία του Κοπέρνικου, φαίνεται σαν μία επέκταση της συνήθους Εργαλειοκρατίας των αστρονόμων του 16^{ου} αιώνα, στην ειδική περίπτωση των χωρίς εξισωτή μοντέλων.

Γενικά θεωρείται αναχρονιστικό να καταλογίζουμε την διάκριση μεταξύ Ρεαλισμού και Εργαλειοκρατίας του 20^{ου} αιώνα στον 16^ο. Όμως εύκολα διαφαίνεται από τα υπάρχοντα στοιχεία, ότι πολλοί αστρονόμοι του 16^{ου} αιώνα απορρίπτουν τον Ρεαλισμό στην αστρονομία και ο Duhem στο έργο του *Σώζειν τα φαινόμενα, (SOZEIN TA PHAINOMENA, essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée, Paris,)*, αναφέρει τον Melanchthon ο οποίος στο έργο του *Initia Doctrina Physicae* γράφει ότι «ο ακροατής θα πρέπει να καταλάβει ότι η κατασκευή τόσων πολλών σφαιρών και ενός επικύκλου επινοήθηκε από τους γεωμέτρους ώστε να μπορέσουν να αποδείξουν τους νόμους της κίνησης των πλανητών κατά τον ένα η τον άλλο τρόπο και όχι γιατί αυτές οι κατασκευές υπάρχουν πραγματικά στους ουρανούς». Ο ίδιος όμως παρακάτω στο ίδιο έργο, ενώ αναφέρει τα παραπάνω, συμπληρώνει στο τέλος «αν και υπάρχει σύμφωνη γνώμη ότι υπάρχουν κάποιες τέτοιες σφαίρες» δηλαδή διατυπώνει μία Ρεαλιστική θέση ξεφεύγοντας από την Εργαλειοκρατική θεώρηση. Εμφανίζεται επίσης το φαινόμενο οι ίδιοι άνθρωποι να διατυπώνουν Εργαλειοκρατική άποψη στην αστρονομία και Ρεαλιστική στην φυσική θέτοντας το ερώτημα κατά πόσον η Εργαλειοκρατική προσέγγιση είναι δυνατόν να εφαρμοσθεί ενοποιημένα σε όλες τις επιστήμες. Ένα άλλο πρόβλημα που εμφανίζεται στα γραπτά του 16^{ου} αιώνα είναι ο τρόπος που παρουσιάζονται τα αστρονομικά μοντέλα σε μία σειρά βιβλίων με το όνομα *Theoricae*. Όσα προέρχονται από τον 13^ο και 14^ο αιώνα, παρουσιάζουν δισδιάστατα αστρονομικά

μοντέλα με κύκλους και επίκυκλους όπως αυτά φαίνονται στην Αλμαγέστη. Από την εποχή όμως του Johannes de Fundis (1428-1473) οι συγγραφείς συμπληρώνουν τα δισδιάστατα μοντέλα με περιγραφές τρισδιάστατων σφαιρών οι οποίες παράγουν τις εκκεντρότητες και τους επίκυκλους όπως περιστρέφονται. Από την εποχή που εκδόθηκε το *Theoricae Novae Planetarum* του Peurbach από τον Regiomontanus το 1472, τα τρισδιάστατα μοντέλα υπερίσχυσαν των δισδιάστατων και έτσι παρέμεινε καθ' όλη την διάρκεια του 16^{ου} αιώνα. Και τα δύο οδηγούσαν στα ίδια συμπεράσματα επομένως γιατί θα έπρεπε ένας Εργαλειοκράτης να αντικαταστήσει τα μεν (δισδιάστατα), από τα δε (τρειςδιάστατα). Υπάρχουν τουλάχιστον τρεις λόγοι που συνηγορούν για αυτήν την σταδιακή αντικατάσταση των κύκλων με σφαίρες.

Ο πρώτος λόγος και περισσότερο σημαντικός είναι η παιδαγωγική και γνωσιακή αποτελεσματικότητα των τρισδιάστατων μοντέλων. Οι *Theoricae* ήταν ένα εργαλείο μάθησης και οι Ουμανιστές εισάγοντας τις σφαίρες, αναγνώριζαν τον σημαντικό ρόλο που έπαιζαν για την κατανόηση περισσότερο δύσκολων θεμάτων. Όπως σημειώνει ο Erasmus Reinhold «ακόμη και αν αυτές οι επτά θαυμάσιες και φωτεινές σφαίρες κατέχουν μία μαγική δύναμη όπου κάθε μία από αυτές διατηρεί τον νόμο της δικής της κίνησης και αιώνιας αρμονίας, στην διαφορετικότητα ή στην μη κανονικότητα, ωστόσο χωρίς αυτές, θα ήταν πάρα πολύ δύσκολο για εμάς να κατανοήσουμε ορθολογικά πως συμβαίνει αυτό».

Οι απόψεις αυτών των εγχειριδίων με το όνομα *Theoricae* γίνονται πιο ξεκάθαρες μετά την εκτύπωση βιβλίων από τους διαδόχους του Reinhold όπου χρησιμοποιούν την ελληνική λέξη «αποτύπωση» αντί της συνήθους και πιο διαδεδομένης λέξης υπόθεση. Η λέξη αποτύπωση προέρχεται από ένα βιβλίο του Πρόκλου με τον ομώνυμο τίτλο όπου περιέχει μία συζήτηση γύρω από την πραγματική ύπαρξη των ουράνιων κατασκευών και εντεύθεν άρχισε να έχει τρέχουσα χρήση στην αστρονομία. Ακόμη και στην αρχαιότητα ο όρος αυτός είχε μία τεχνική ερμηνεία στην ρητορική. Δηλαδή αποτύπωση σήμαινε μία ζωντανή εικόνα που σκοπό είχε να διεγείρει την φαντασία ενός ακροατηρίου με σκοπό για παράδειγμα, να πείσει ένα δικαστήριο με μία ζωντανή νοητή εικόνα, για τον τρόπο με τον οποίο διαπράχθηκε ένα έγκλημα. Φθάνοντας στο Wittenberg ο Melanchthon προσπάθησε να αναμορφώσει την μελέτη του Αριστοτέλη αναδεικνύοντας την ρητορική σαν κορυφαίο θέμα με την βοήθεια του οποίου όλα τα άλλα μέρη του έργου του θα γίνονταν κατανοητά. Τόσο οι συνάδελφοι του όσο και οι μαθητές του γνώριζαν την σημασία της αποτύπωσης και στην αστρονομία και στην

ρητορική. Έτσι ο Peucer, ολοκληρώνοντας μία εργασία που άρχισε με τον Reinhold προέτρεπε τους αναγνώστες του να βοηθήσουν τον νου τους για την κατανόηση των ουράνιων κινήσεων, με την βοήθεια νοητών εικόνων των σφαιρών παρόμοιων με τις οπτικές εικόνες που περιέχονταν σε μία *Theoricae*.

Οι σφαίρες είναι περισσότερο αποτελεσματικές από τους κύκλους γιατί είναι πιο εύκολο να γίνουν ορατές οι συνδυασμένες κινήσεις τους. Μέρος της αποτελεσματικότητάς τους οφείλεται στην δυνατότητα της ερμηνείας των σφαιρών από φυσική άποψη και αυτό αναδεικνύει έναν δεύτερο σημαντικό λόγο για την εμφάνισή τους στις *Theoricae*. Σφαίρες που περιστρέφονται με σταθερή ταχύτητα γύρω από το κέντρο του κόσμου, παρουσιάζουν κινήσεις σε απόλυτη συμφωνία με τις θέσεις του Αριστοτέλη γύρω από τα ουράνια θέματα. Από παιδαγωγική άποψη, υπήρχε μία ασυμβατότητα ανάμεσα στην αστρονομία και την φυσική, αφού για έναν μαθητή που μάθαινε αστρονομία με την βοήθεια δισδιάστατων κύκλων, προέκυπτε μία ασυμφωνία με το πρόγραμμα της φυσικής στην χειρότερη περίπτωση ή κάτι μη ολοκληρωμένο στην καλύτερη. Οι σφαίρες έδειχναν ευκρινέστερα πως μπορούσαν να κατασκευασθούν οι ουράνιοι κύκλοι, με έναν τρόπο απόλυτα συμβατό και σύμφωνο με τον Αριστοτέλη και ο Melanchthon στην πραγματικότητα αναφέρεται σε αυτό ακριβώς το σημείο.

Σε ένα άλλο απόσπασμα από το *Initia Doctrina Physicae* αναφέρει ο Duhem, ο Melanchthon σχετικά με την μελέτη του ήλιου, υποστηρίζει ότι οι Γεωμέτρεις ορίζουν τρεις επιμέρους σφαίρες για να περιγράψουν την τελική σφαίρα της κίνησης του Ήλιου και αν και δεν επιθυμούν τέτοιες κατασκευές στους ουρανούς χρησιμοποιούν αυτές τις σφαίρες για να ερμηνεύσουν τις αιτίες της κίνησης με έναν αναλυτικό διδακτικό τρόπο. Ο Melanchthon επικαλείται επίσης αυτές τις σφαίρες που χρησιμοποιούνται στην *Theoricae*, για να εξηγήσει την κίνηση του Ήλιου. Μία έκκεντρη και δύο επιπρόσθετες σφαίρες των οποίων η διατομή φαίνεται σαν μισοφέγγαρο ορίζουν την θέση του ήλιου. Το τέλος του αποσπάσματος φαίνεται να στηρίζει την Εργαλειοκρατική θέση που υποστηρίζει για το Wittenberg ο Duhem, αν και η άρνηση του Melanchthon έχει φυσική εξήγηση και αφορά περισσότερο τον συγκεκριμένο σχεδιασμό των σφαιρών και όχι την ύπαρξή τους.

Η απροθυμία του Melanchthon να επιβεβαιώσει την ύπαρξη των τριών σφαιρών ίσως και να οφείλεται στο ότι ένας έκκεντρος κύκλος μπορεί να αντικατασταθεί από έναν ομόκεντρο συνοδευόμενο από έναν επίκυκλο όμως αυτό στην περίπτωση των σφαιρών δημιουργεί επιπρόσθετες δυσκολίες καθώς και ένα ερώτημα για το ποια

επιλογή είναι από φυσική άποψη πιο κοντά στην πραγματικότητα. Αν εξετάσουμε τον τρόπο με τον οποίο σχολιάζεται αυτό το ερώτημα ίσως να καταλάβουμε τον τρόπο με τον οποίο αντιμετώπιζαν την αστρονομία και την φυσική οι συγγραφείς του 16ου αιώνα καθώς και να αντιληφθούμε ευκρινέστερα κατά πόσο ήταν Ρεαλιστική ή Εργαλειοκρατική η θεώρησή τους.

Ένας τρίτος λόγος στον οποίο οφείλεται η αντικατάσταση των κύκλων με σφαίρες, έχει σχέση με τον υπολογισμό των πλανητικών αποστάσεων. Αν δεχθούμε ότι η εξωτερική επιφάνεια μίας σφαίρας εφαρμόζει στην εσωτερική επιφάνεια της επόμενης, είναι δυνατόν να υπολογίσουμε ακριβώς τις αποστάσεις μεταξύ των πλανητών αν δεχθούμε ως μονάδα μέτρησης την μέγιστη απόσταση της Γης από την σελήνη όπως αυτή καθορίζεται από τις μετρήσεις της παράλλαξης, και υπολογισμό της απόστασης με τριγωνομετρικές μεθόδους. Αυτά ήταν γνωστά από την αρχαιότητα μέσα από το έργο του Πτολεμαίου *Πλανητικές υποθέσεις* και μεταφέρθηκαν στην Λατινική Δύση από τους Άραβες, όπως υποστηρίζουν οι Barker και Goldstein (1967). Θεωρούνταν βασικές γνώσεις στον ύστερο Μεσαίωνα και στην Αναγέννηση και ίσως να είναι η αιτία της εμφάνισης των σφαιρικών μοντέλων στις *Theoricae*.

Ο υπολογισμός των αποστάσεων των πλανητών που εμφανίζεται στις *Theoricae* δημιουργεί ένα πρόβλημα για την Εργαλειοκρατική ερμηνεία της αστρονομίας του 16^{ου} αιώνα, γιατί αυτές οι αποστάσεις θεωρούνται ότι είναι πραγματικές. Αυτό θέτει τους υποστηρικτές της Εργαλειοκρατίας στην δυσάρεστη θέση να πρέπει να εξηγήσουν πως είναι δυνατόν με Εργαλειοκρατικές μεθόδους να υπολογίζουν πραγματικά μεγέθη και αποστάσεις.

Τέλος ένας τέταρτος λόγος για την δυσκολία της Εργαλειοκρατικής θεώρησης αναδύεται από την ερμηνεία του Κοπέρνικου από την σχολή του Wittenberg. Εάν οι αστρονόμοι του Wittenberg ήταν συνεπείς με την Εργαλειοκρατική θεώρηση της αστρονομίας γενικότερα, αλλά και ειδικότερα της θεωρίας του Κοπέρνικου, δεν θα πρέπει να ήταν τόσο πρόθυμοι να παρουσιάσουν και να υποστηρίξουν το Κοπερνίκιο σύστημα. Κανένας Εργαλειοκράτης δεν θα είχε κίνητρο να παρουσιάσει μία κοσμολογία που οι ρεαλιστές πιστεύουν ότι θα έπρεπε να συνοδεύει τα μαθηματικά μοντέλα. Όμως οι αστρονόμοι του Wittenberg ήταν αυτοί που συνέβαλαν σημαντικά στην αναθεώρηση της κατανόησης της αστρονομίας τον 16^ο αιώνα.

Όπως φαίνεται, τα παραπάνω αποσπάσματα από την αστρονομία του 16ου αιώνα, δημιουργούν στον αναγνώστη κάποιες αμφιβολίες για την Εργαλειοκρατική θεώρηση πριν καν υπάρξει σαν όρος η Εργαλειοκρατία. Με την ερμηνεία που δίνουμε στον ρεαλισμό και την Εργαλειοκρατία στον 20ο αιώνα ίσως είναι δύσκολο να προσεγγίσουμε με ακρίβεια τον τρόπο σκέψης και ερμηνείας που ίσχυε κατά τον 16^ο αιώνα γύρω από τα θέματα της αστρονομίας. Ίσως θα ήταν περισσότερο κατανοητή η προσέγγιση των αστρονομικών θεωρήσεων μέσα από το πνεύμα των Αριστοτελικών εκφράσεων «ότι και διότι». Αυτή η προσέγγιση ίσως να εναρμόνιζε τα παραπάνω ερωτήματα να έδινε μία κατανόηση του περίφημου προλόγου του Andreas Osiander από μία άλλη σκοπιά και τελικά να έθετε μία νέα διαχωριστική γραμμή στην βάση ότι οι οπαδοί του Κοπέρνικου βεβαιώνουν ενώ οι αντίπαλοι αρνούνται την αιτιολογημένη γνώση στην αστρονομία.

Εργαλειοκρατική προσέγγιση του Wittenberg

Ο τρόπος με τον οποίο αποδέχθηκε και ερμήνευσε την θεωρία του Κοπέρνικου η σχολή του Wittenberg, αναφέρουν οι Barker και Goldstein, ήταν ιδιαίτερος, και διερευνούν τα κύρια χαρακτηριστικά αυτής της ερμηνείας καθώς και τα κριτήρια τα οποία πληρούσαν αυτοί που την αποδέχτηκαν.

Κεντρικό κείμενο αυτής της ερμηνείας αποτέλεσε η δημοσίευση από τον Erasmus Reinhold των *Prutenicae Tabulae Coelestium Motuum* το 1536. Ο Reinhold κατασκεύασε αυτούς τους αστρονομικούς πίνακες χρησιμοποιώντας τα χωρίς εξισωτικά μοντέλα του Κοπέρνικου σταθερά όμως απορρίπτοντας το γενικότερο κοσμολογικό σχήμα που συνόδευε αυτά τα μοντέλα και το οποίο ο Κοπέρνικος περιέγραφε στο *De Revolutionibus*.

Ο Reinhold, τόσο αυτός όσοι και διάδοχοί του, θεωρούνται ότι ανήκουν στον κύκλο του Melanchthon έχοντας κάποια κοινά χαρακτηριστικά όσον αφορά τις επιστημονικές τους θέσεις σε αστρονομικά θέματα. Πρώτο χαρακτηριστικό αποτέλεσε η υιοθέτηση εκ μέρους τους των Prutenic Tables και δεύτερο και σημαντικότερο η υιοθέτηση εκ μέρους τους της ερμηνεία του Wittenberg. Ένα σημαντικό μέλος αυτού του κύκλου ήταν ο Hilderch von Varel (Edo Hildericus) ο οποίος ήταν στο Wittenberg την εποχή που ζούσε ακόμη ο Melanchthon. Δίδαξε Μαθηματικά στην Ιένα από το 1564 έως 1567 και στη συνέχεια συνέχισε διδάσκοντας ανατολικές γλώσσες σε διάφορα μέρη για να

καταλήξει καθηγητής Θεολογίας στο Altdorf από το 1584 έως το θάνατό του το 1599. Αυτή η διαδρομή από τα Μαθηματικά μέσω ξένων γλωσσών στην Θεολογία, δεν ήταν κάτι ασυνήθιστο την εποχή εκείνη η οποία με αυτόν τον τρόπο παρήγαγε Ουμανιστές με ιδιαίτερες ικανότητες και προσόντα. Μεταξύ άλλων ο Edo ασχολήθηκε και με την αστρονομία, κάνοντας την πρώτη μετάφραση στα Λατινικά του έργου του Geminus *Elements of Astronomy*, και έναν αριθμό από βιβλία γύρω από τις μαθηματικές τεχνικές που χρησιμοποιούσε η σχολή του Wittenberg στην Αστρονομία επομένως πληροί όλα τα κριτήρια ώστε να αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα αστρονόμου της σχολής του Wittenberg.

Στις 8 Σεπτέμβρη του 1576 στην Ακαδημία της Φρανκφούρτης ο Edo Hildericus παρουσίασε ένα σύνολο προτάσεων γύρω από τις διαστάσεις της Γήινης σφαίρας, που αργότερα δημοσίευσε το 1576, και στη συνέχεια παρουσίασε ένα γενικότερο κοσμολογικό μοντέλο για την δομή του σύμπαντος και τις διαστάσεις του. Αφού επανέλαβε την γνωστή μεταφορά ότι το σύμπαν είναι όμοιο με ένα αυγό με τους ακίνητους αστέρες στην θέση του κελύφους (τσόφλι) την Γη στην θέση του κροκού και στο ενδιάμεσο διάστημα (ασπράδι) τους κινούμενους πλανήτες ακολουθώντας τους υπολογισμούς του Reinhold, στη συνέχεια διατύπωσε την έκτη πρόταση με έναν ασυνήθιστο και ανορθόδοξο για το Wittenberg τρόπο. Δηλαδή άρχισε να παρουσιάζει το κοσμολογικό μοντέλο του Κοπέρνικου θέτοντας τον ήλιο στο κέντρο του σύμπαντος, περιβαλλόμενο από την σφαίρα του Ερμή στην συνέχεια την σφαίρα της Αφροδίτης. Στην τέταρτη θέση βρίσκεται η Μεγάλη Σφαίρα των στοιχείων εννοώντας την Γη και η σφαίρα της Σελήνης. Στη συνέχεια οι σφαίρες του Άρη του Δία του Κρόνου και τέλος η σφαίρα των ακίνητων αστερών η οποία κατά τον Κοπέρνικο είναι ακίνητη. Παρομοιάζοντας τον Κοπέρνικο ως τον Πτολεμαίο της εποχής του χαρακτήρισε την πλανητική τάξη και διαμόρφωση που πρότεινε ο Κοπέρνικος θαυμαστή.

Σαν σφαίρα ο Edo θεωρεί το σφαιρικό κέλυφος που καθορίζεται από την μικρότερη και την μεγαλύτερη απόσταση από το κέντρο της κίνησης. Τα μοντέλα που περιγράφονται στις *Theoricae* περιλαμβάνουν ένα σύνολο μερικών σφαιρών, που συνθέτουν τις σφαίρες που καταλήγουν σε έναν ομόκεντρο κύκλο ακολουθούμενο από έναν επίκυκλο ή ένα σύνολο σφαιρών που καταλήγει σε σφαιρικές επιφάνειες ομόκεντρες με το κέντρο της κίνησης. Ο Edo δεν αναφέρει τίποτε γύρω από την πραγματικότητα ή μη της ύπαρξης των επίκυκλων ή των έκκεντρων κύκλων. Ωστόσο από τα λεγόμενά του σύμφωνα με τον Goldstein, γίνεται φανερός ο προβληματισμός

των αστρονόμων του Wittenberg γύρω από τις πραγματικές διαστάσεις του κόσμου και τα μεγέθη και τις αποστάσεις των ουράνιων σωμάτων κάτι που έρχεται σε αντίθεση με την ταξινόμηση τους ως Εργαλειοκράτες. Εάν οι αστρονόμοι του Wittenberg ήταν καθαρά Εργαλειοκράτες είναι φανερό ότι δεν θα ανέφεραν τον Κοπέρνικο του οποίου η θέση θεωρείται Ρεαλιστική ιδιαίτερα δε ένας αστρονόμος του μεγέθους του Edo με τα αυθεντικότερα διαπιστευτήρια της σχολής του Wittenberg. Αυτό ίσως να σημαίνει ότι η ταξινόμηση των αστρονόμων του Wittenberg αλλά και άλλων αστρονόμων του 16^{ου} αιώνα σαν Εργαλειοκράτες, και Ρεαλιστές να μην είναι απόλυτα ορθή .

Οι αποδεικτικές Αριστοτελικές μέθοδοι στην αστρονομία.

Οι συγγραφείς του 16^{ου} αιώνα στις περισσότερες περιπτώσεις δεν δέχονται ότι υπάρχουν στην πραγματικότητα τα αστρονομικά μοντέλα τα οποία θεωρούν ανθρώπινες κατασκευές και επινοήσεις των επιστημόνων ενώ αντίθετα δέχονται την ύπαρξη των αντικειμένων που μελετά η φυσική αλλά και η κοσμολογία. Γιατί όμως υποστηρίζεται επίμονα αυτή η διαφορετική θεώρηση στην αστρονομία και στην φυσική; Για να αντιληφθούμε τον διαφορετικό τρόπο θεώρησης της αστρονομίας είναι απαραίτητο να δούμε το είδος των αποδεικτικών μεθόδων που χρησιμοποιούν.

Ο Αριστοτέλης στα Αναλυτικά Ύστερα διακρίνει δύο είδη αποδεικτικών μεθόδων τις οποίες ονομάζει «ότι» και «διότι». Στην πιο γνωστή μεσαιωνική λατινική μετάφραση των Αναλυτικών Ύστερων του James of Venice γύρω στα 1100 αυτοί οι όροι αναφέρονται αντίστοιχα στα λατινικά ως *quia* και *propter quid*. Κατά τον 16^ο αιώνα είναι γνωστές σαν *demonstration quia* και *demonstration propter quid* και αντιστοιχούν σε αιτιολόγηση κατά την οποία μία πιθανή αιτία είναι υπεύθυνη για κάποιο αποτέλεσμα (*quia*) και αιτιολόγηση κατά την οποία η βεβαιωμένη αιτία χρησιμοποιείται για την δικαιολόγηση του αποτελέσματος. Τον 16^ο αιώνα απλοποιημένα η διαφορά εκφραζόταν σαν αιτιολόγηση από τα αποτελέσματα στις αιτίες και αιτιολόγηση από τις αιτίες στα αποτελέσματα. Αργότερα και για λόγους που αφορούσαν πιο σύνθετα θέματα οι μελετητές χρησιμοποίησαν τους όρους *a posteriori* ή ανάλυση και *a priori* ή σύνθεση οι οποίοι είχαν ακριβώς την ίδια σημασία με τους προηγούμενους. Όπως αναφέρει ο Melanchthon στο βιβλίο του περί φυσικής αιτιολογούμε από τις αιτίες τα αποτελέσματα όταν έχοντας ως δεδομένο την ύπαρξη τριγώνων για παράδειγμα (*a priori*) στη συνέχεια μελετούμε τα τετράπλευρα. Ακολουθείται η αντίστροφη μέθοδος δηλαδή από τα αποτελέσματα στις αιτίες όταν για παράδειγμα ο γιατρός βλέποντας ένας ασθενή να έχει υψηλή θερμοκρασία και αναπνέει βαριά βγάζει το συμπέρασμα ότι έχει πυρετό. Στις

περισσότερες περιπτώσεις υποστηρίζει ο Melanchthon οδηγούμαστε από την εμπειρία στον προσδιορισμό της αιτίας δηλαδή υποστηρίζει ότι βλέποντας τον ήλιο να κινείται με βάση έναν ορισμένο νόμο (εμπειρία) καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι δεν αποτελείται από αέριο γιατί αν συνέβαινε αυτό, (αιτία) τότε θα διασκορπιζόταν προς όλες τις κατευθύνσεις γύρω από την Γη. Ο Melanchthon με αυτόν τον τρόπο κάνει μία αντιστοίχιση των όρων «a priori» και «a posteriori» στους Αριστοτελικούς «ότι» και «διότι» οι οποίοι υποστηρίζει, εφαρμόζονται σε περιβάλλοντα όπου η αιτιακή και λογική προτεραιότητα αποτελεί ζητούμενο. Αν και ο Melanchthon αναφέρει δύο διαφορετικούς τρόπους διδασκαλίας εν τούτοις στα παραδείγματα που αναφέρει, τα ίδια σχήματα απόδειξης λειτουργούν στην ιατρική διάγνωση αλλά και στην εγκαθίδρυση και παραγωγή νέας γνώσης. Δηλαδή ο διαχωρισμός του Αριστοτέλη σε «ότι» και «διότι» υποθέτει ότι υπάρχουν δύο διαδικασίες που εμπλέκονται στην διάγνωση ή στην έρευνα ενός αποτελέσματος. Αυτό όμως, είναι παραπλανητικό γιατί, στο παράδειγμα της διάγνωσης όντως ο πυρετός ευθύνεται για την άνοδο της θερμοκρασίας του σώματος αν οδηγηθούμε από την αιτία στο αποτέλεσμα. Αν όμως θεωρήσουμε προτεραιότητα το αποτέλεσμα, η θερμότητα του σώματος, δεν έχει μοναδική αιτία τον πυρετό, αλλά και άλλες αιτίες όπως για παράδειγμα, την υπερβολική άσκηση. Άρα για να είναι χρήσιμη μία διάγνωση, χρειαζόμαστε κάποιο τρόπο μετατροπής της αιτιολόγησης από τα αποτελέσματα σε αιτιολόγηση η οποία να ξεκινά από την μοναδική αληθινή αιτία.

Αν η αποδεικτικές διαδικασίες quia και propter quid αποτελούν τους δύο πυλώνες της απόδειξης, τότε θα πρέπει να προσπαθούμε να αποκλείσουμε τις αιτίες που είναι μεν πιθανές αλλά όχι ακριβείς στην αποδεικτική διαδικασία quia και να αφήσουμε την μόνη και αληθινή αιτία που παράγει το αποτέλεσμα σύμφωνα με την διαδικασία propter quid. Αυτό το επιχείρησε και ο ίδιος ο Αριστοτέλης. Ασφαλής τρόπος για να διαχωρίσουμε τις ακριβείς από τις μη ακριβείς αιτίες αποτελεί η επίκληση μίας ανώτερης θεωρίας η οποία μπορεί να καθορίσει την αληθινή αιτία. Για παράδειγμα μπορούμε να αιτιολογήσουμε από τα όρια της σκιάς που αφήνει η Γη στην Σελήνη κατά την διάρκεια μίας έκλειψης ότι ένα αντικείμενο δημιουργεί την σκιά. Όμως το αντικείμενο που δημιουργεί αυτήν τη σκιά μπορεί να είναι μία σφαίρα, ένας δίσκος κυκλικός ένας κύλινδρος φωτιζόμενος κατάλληλα και γενικά μία ποικιλία διάφορων στερεών. Επομένως χρειαζόμαστε κάποιες επιπρόσθετες πληροφορίες και αυτές προέρχονται από την γνώση της Γεωμετρίας χάρις στην οποία γνωρίζουμε ότι μόνο μία σφαίρα μπορεί να δημιουργήσει μία τέτοιου είδους σκιά. Δηλαδή επικαλεστήκαμε την ανώτερη γνώση της

γεωμετρίας, για να μετατρέψουμε την αιτιολόγηση quia σύμφωνα με την οποία η σκιά θα μπορούσε να προέρχεται από το σφαιρικό σχήμα της Γης, σε αιτιολόγηση propter quid η οποία έχει αφετηρία την γνώση ότι η Γη είναι σφαιρική και εξάγει το σχήμα της σκιάς της σαν μία πλήρως αιτιολογημένη πραγματικότητα.

Ιδεατά η έρευνα οποιουδήποτε αποτελέσματος, θα μπορούσε να προκύψει μέσα από τρεις διαδοχικές διαδικασίες. Αρχικά με μία a posteriori ή quia απόδειξη που αποκαλύπτει τις πιθανές αιτίες, στην συνέχεια με τον διαχωρισμό από τις πιθανές, της αληθινής αιτίας και στην συνέχεια με την a priori ή propter quid απόδειξη η οποία μας δείχνει, πως καταλήγουμε στο αποτέλεσμα με το οποίο ξεκινήσαμε. Αυτή η διαδικασία συνολικά ονομάστηκε regresus και συζητήθηκε εξαντλητικά από τον Zabarella τον Paulus Vallius και άλλους στην Ιταλία αλλά και στην Βόρεια Ευρώπη. Ο Reinhold συνοψίζει αυτή την διαδικασία στο κεφάλαιο 12 έως 16 του 5^{ου} βιβλίου της Αλμαγέστης, όπου αναφέρει κατ' αρχάς την ανάλυση η οποία ξεκινά από το τέλος δηλαδή από αυτό που είναι φανερό και προσπαθεί να προσδιορίσει τις πιθανές αιτίες και μεταξύ αυτών την μόνη και αληθινή και την σύνθεση που ξεκινά από την αιτία που προσδιορίστηκε από την ανάλυση και καταλήγει αιτιολογημένα στο ζητούμενο. Με αυτήν την μέθοδο, στην συζήτηση σχετικά με τα μεγέθη και τις αποστάσεις των πλανητών, συμπεραίνουμε με αποδείξεις ότι η σκιά της γης είναι κωνική, ότι ο ήλιος είναι μεγαλύτερος από την Γη ενώ η Σελήνη μικρότερη. Αν θεωρήσουμε ότι η αστρονομία αφορά μόνο την μαθηματική μελέτη των κινήσεων των ουρανίων σωμάτων τότε βρισκόμαστε στον χώρο της φυσικής φιλοσοφίας και της κοσμολογίας που μας δίνουν τις απαραίτητες γνώσεις για να προσδιορίσουμε τις ακριβείς αιτίες και να καταλήξουμε στα παραπάνω συμπεράσματα χρησιμοποιώντας και τα τρία στάδια που περιγράψαμε παραπάνω.

Κατά την μελέτη της κίνησης των ουρανίων σωμάτων, αν βασιστούμε μόνο σε παρατηρήσεις από την Γη, είναι πιθανό να καταλήξουμε σε αρκετές διαφορετικές αιτίες. Μία κίνηση μπορεί να ερμηνευθεί για παράδειγμα από μία διπλή εκκεντρότητα ή από έναν έκκεντρο κύκλο που περιέχει έναν επίκυκλο, ή από έναν ομόκεντρο με δύο επικύκλους. Η κατανόηση αυτών των μοντέλων σαν πιθανές αιτίες, απαιτεί να αναχθούν σε συστήματα τρισδιάστατων σφαιρών όπως περιγράφονται στις Theoricae. Αν το κάνουμε, θα διαπιστώσουμε ότι κάθε περίπτωση αφορά ξεχωριστή διαμόρφωση μερικών σφαιρών. Αν ήταν δυνατόν να αποφασίσουμε ποιο από τα προτεινόμενα μοντέλα είναι το σωστό, θα μπορούσαμε να συνδέσουμε την φυσική με την αστρονομία

επικαλούμενοι φυσικές αποδείξεις που αποδεικνύουν το σφαιρικό σχήμα του σύμπαντος και την κυκλική κίνηση. Τότε θα μπορούσαμε να εξηγήσουμε το σχήμα και την κίνηση των σφαιρών. Δηλαδή θα ήταν δυνατόν να ξεκινήσουμε από την απόδειξη *propter quid* με αφετηρία το αληθινό μοντέλο μελετώντας την κίνηση κάθε πλανήτη ικανοποιώντας τις πιο αυστηρές απαιτήσεις του Ρεαλισμού χωρίς να αφήνουμε περιθώρια στην φαντασία και στην Εργαλειοκρατία. Αυτό όμως τον 16^ο αιώνα, είναι αδύνατο γιατί από την Γη δεν είναι εύκολο να διακρίνει κάποιος έναν συνδυασμό έκκεντρων κύκλων ή επικύκλων και το μόνο που είναι ορατό είναι οι κινήσεις των πλανητών στις διαφανείς σφαίρες. Άρα στην αστρονομία δεν υπάρχει αξιόπιστος τρόπος να διακρίνουμε ποια από τις πιθανές αιτίες είναι η σωστή από την στιγμή που ο άνθρωπος περιορίζεται από την γήινη παρατήρηση. Ο Nicodemus Frishling το 1586 δημοσίευσε ένα βιβλίο όπου προσπαθώντας να προσδιορίσει κοινές αρχές στην αστρονομία την κοσμολογία και την φυσική φιλοσοφία, αναφέρει ότι ο Θεός έθεσε αυτά τα σώματα τόσο μακριά από τις αισθήσεις μας ώστε να είναι αδύνατο να καθορίσουμε αποδεικτικές διαδικασίες για αυτά όπως συνήθως γίνεται με άλλα πράγματα. Είναι σημαντικό να διευκρινίσουμε ότι αυτή η αδυναμία οφείλεται στην τόσο στην θέση στην οποία βρισκόμαστε, όσο και στο ότι είναι αδύνατο να κατανοήσουμε την θεϊκή γνώση.

Έναν αιώνα νωρίτερα το 1495 ο Albertus de Brudzewo καθηγητής μαθηματικός στην Κρακοβία δάσκαλος του Κοπέρνικου παρατηρούσε ότι εάν οι έκκεντροι κύκλοι και οι επίκυκλοι αληθινά υπάρχουν δεν το γνωρίζει κανείς θνητός εκτός εάν υποστηρίξουμε ότι αυτό οφείλεται σε κάποια πνευματική αποκάλυψη. Ίσως, σημειώνει ο Goldstein, φαντάζεται κάποιους αγγέλους συμβούλους ο Albertus. Άλλοι επικαλούνται πιο συνηθισμένους παρατηρητές όπως στο απόσπασμα από το βιβλίο *New Questions on Peurbach's New Theoricae* όπου ο Wursteisen αναφέρει ότι κανείς δεν μπορεί να βεβαιώσει απόλυτα εάν υφίστανται στην πραγματικότητα όλες αυτές οι σφαίρες όπως σχεδιάζονται παρά μόνο αν υποθέσει ότι ο ανθρώπινος νους παράγει συνθέσεις πραγμάτων που έχουν σχέση με παραστάσεις που προσλαμβάνει μέσω των αισθήσεων, μέσω της φύσης και διαμέσου της φυσικής με την βοήθεια παρατηρήσεων. Μόνο ο Θεός είναι σε θέση να ερμηνεύσει τις ακριβείς αιτίες την τάξη και την διαμόρφωση του θαυμαστού κόσμου που αυτός δημιούργησε. Τα ανθρώπινα όντα δεν ανέρχονται στους ουρανούς ώστε να μπορούν να παρατηρήσουν από κοντά τα όσα θαυμαστά συμβαίνουν εκεί και κανείς δεν κατέβηκε από τους ουρανούς ώστε να μας πει τι είδε εκεί πάνω.

Στην ίδια γραμμή κινείται και ο Michael Maestlin δάσκαλος του Kepler όταν υποστηρίζοντας ένα σύνολο αστρονομικών υποθέσεων στην Χαϊδελβέργη το 1532 αναφέρεται στην οριοθετημένη αποδεικτική διαδικασία στην αστρονομία που οφείλεται στην αδυναμία μη γήινης παρατήρησης που για την εποχή εκείνη ήταν αδύνατη. Υποστηρίζει ότι η έρευνα των ουράνιων κύκλων και σφαιρών πρέπει να ξεκινά *a posteriori* από τις εμπειρικές παρατηρήσεις και όχι *a priori* αφού κανείς δεν είναι δυνατόν να ανέλθει στους ουραμούς από όπου θα μπορούσε να έχει προσωπική θέαση και άμεση γνώση.

Από τα παραπάνω συνάγεται το συμπέρασμα ότι οι αστρονόμοι της εποχής εκείνης δεν πίστευαν ότι ήταν αδύνατο να μετατρέψουν μία *quia* απόδειξη σε μία *propter quid*. Απλά πίστευαν ότι στερούνταν τις απαραίτητες πληροφορίες που θα τους επέτρεπε, να το κάνουν ενώ αναγνώριζαν ότι κάτι τέτοιο θα ήταν ιδανικό. Με αυτήν την έννοια γίνεται κατανοητός ο σκεπτικισμός του Melanchthon όταν υποστηρίζει ότι οι τόσο κύκλοι και επίκυκλοι αποτελούν κατασκευές των μαθηματικών και της γεωμετρίας για να ερμηνεύσουν τους νόμους των πλανητών χωρίς αυτό να σημαίνει ότι τέτοιες κατασκευές υπάρχουν σίγουρα στους ουραμούς αν και συμπληρώνει κατά κοινή ομολογία κάποιες σφαίρες υπάρχουν. Για αυτόν το πρόβλημα δεν είναι αν υπάρχουν ή όχι αλλά το τι ακριβώς υπάρχει στους ουραμούς. Εισάγει τις μερικές σφαίρες σαν κατασκευές εντός των ουράνιων σφαιρών και ενώ αρχικά δεν μας βεβαιώνει ρητά για την ύπαρξή τους, μεταγενέστερα υποθέτει ότι ίσως υπάρχουν.

Αν εξετάσουμε προσεκτικά το υπόβαθρο των όσων είδαμε παραπάνω, μία από τις πιο γνωστές πηγές φανταστικής ερμηνείας της αστρονομίας του 16^{ου} αιώνα, εμφανίζεται κάτω από μία άλλη οπτική. Ο γνωστός πρόλογος του Andreas Osiander στο *De Revolutionibus* κάτω από αυτήν την οπτική δεν είναι ένα κείμενο Εργαλειοκρατικό, ούτε περιγράφει κάτι φανταστικό, αλλά αποτελεί ακόμη μία αναφορά της δυσκολίας και της αδυναμίας να μετατραπεί η *quia* αποδεικτική διαδικασία, σε *propter quid* στην αστρονομία.

....Διότι, λέει ο Osiander, καθήκον του αστρονόμου είναι η σύνθεση ενός αρχείου των ουράνιων σωμάτων, δια μέσου επιδέξια προσδιορισμένων παρατηρήσεων. Έπειτα στρέφεται στις αιτίες αυτών των κινήσεων ή κάνει υποθέσεις γύρω από αυτές αφού δεν είναι εύκολο να προσεγγίσει τις αληθινές αιτίες, με τέτοιο τρόπο ώστε αυτές οι κινήσεις να υπολογίζονται σωστά σύμφωνα με τις αρχές της γεωμετρίας και αυτοί οι υπολογισμοί να αφορούν τόσο το παρελθόν όσο και το μέλλον. Γιατί είναι ξεκάθαρο ότι

οι αληθινές αιτίες αυτών των φαινομενικά άνισων κινήσεων, δεν είναι γνωστές σ' αυτήν την επιστήμη. ...Όταν από καιρού εις καιρόν για μία κίνηση προκύβουν διαφορετικές υποθέσεις όπως για παράδειγμα για την κίνηση του ήλιου η εκκεντρότητα και ο επίκυκλος, τότε ο αστρονόμος θα επιλέξει αυτήν που του είναι πιο εύκολο να συλλάβει. Ίσως ο φιλόσοφος να αναζητήσει την εμφάνιση της αλήθειας. Όμως κανείς από τους δύο δεν θα είναι σε θέση να κατανοήσει κάτι πλήρως παρά μόνο εάν του αποκαλυφθεί μαγικά. Επομένως όσο υπάρχουν υποθέσεις δεν είναι δυνατόν να προκύψει κάτι εντελώς βέβαιο και αληθινό από την αστρονομία...

Δηλαδή ο Osiander υποστηρίζει ότι ο αστρονόμος όσο και να προσπαθήσει είναι αδύνατο να προσεγγίσει τις αληθινές αιτίες. Αν για τον φιλόσοφο αποτελεί στόχο η αναζήτηση των αληθινών αιτιών, για τον περιορισμένο από την Γη αστρονόμο, αυτό είναι εφικτό μόνο με θεία αποκάλυψη. Ανακεφαλαιώνοντας τα βασικά σημεία που εξετάζουμε, η γνώση των αληθινών αιτιών αποτελεί πάντοτε βασικό στόχο της επιστήμης και αυτό γίνεται εφικτό μετατρέποντας την απόδειξη quia σε propter quid κάτι που όμως δεν είναι δυνατόν να γίνει στην αστρονομία από την στιγμή που οι αληθινές αιτίες είναι γνωστές στον Θεό και σε όσους τον ακολουθούν.

Συμπεράσματα

Βλέπουμε λοιπόν, υποστηρίζουν οι Barker και Goldstein, ότι αρκετοί αστρονόμοι του 16ου αιώνα, ακολουθούν τις αποδεικτικές διαδικασίες quia και propter quid με βάση τον Αριστοτέλη. Αυτές οι αποδεικτικές διαδικασίες συνιστούν στα βασικά τους σημεία μετάβαση από τα αποτελέσματα στις αιτίες ή από τις αιτίες στα αποτελέσματα. Ο ιδανικός τρόπος απόδειξης που παράγει πλήρως αιτιολογημένη γνώση, περιλαμβάνει αιτιολόγηση quia για την αναζήτηση πιθανών αιτιών, στη συνέχεια εξέταση των πιθανών αιτιών με σκοπό την αναζήτηση της μίας και μοναδικής αληθινής αιτίας και τέλος απόδειξη propter quid, που οδηγεί στα αποτελέσματα με αφετηρία την αληθινή αιτία. Αυτό το ιδανικό μοντέλο πραγμάτωσης της γνώσης, είναι δύσκολο να εφαρμοσθεί στην αστρονομία γιατί το δεύτερο και τρίτο βήμα φαίνεται να μην είναι εφικτό. Αναφορές όπως είναι αυτή του Osiander γύρω από τα αστρονομικά μοντέλα που θεωρήθηκαν φανταστικές δεν είναι ούτε φανταστικές ούτε Εργαλειοκρατικές αλλά απλά ευνοούν ένα σταθερό πλάνο επιστημονικής εξήγησης που περιλαμβάνει και τις δύο αποδείξεις quia και propter quid λαμβανομένου υπ' όψιν ότι στην περίπτωση της αστρονομίας υπάρχουν προβλήματα στην propter quid απόδειξη. Παρόλα αυτά η αιτιολογημένη γνώση που προκύπτει με την βοήθεια των quia και propter quid

παραμένει το ιδανικό. Ο Κοπέρνικος και οι οπαδοί του επαναλαμβανόμενα έδιναν αποδείξεις propter quid που προηγουμένως μπορούσαν να είναι μόνο quia και αποτελεί χαρακτηριστικό του Reinhold και των οπαδών του η απόρριψή τους.

Σε σχέση με το ερώτημα της ύπαρξης ή μη των σφαιρών όμως που εμπλέκονται τα παραπάνω; Όλοι συμφωνούν ότι αυτές οι σφαίρες υπάρχουν και ακριβέστερα θεωρούνται σαν κλειστά κελύφη εντός των οποίων κινούνται οι πλανήτες. Αυτές οι σφαίρες είναι σχεδόν παγκόσμια αποδεκτά χαρακτηριστικά της φυσικής της κοσμολογίας και της αστρονομίας. Τα όρια μία πλανητικής σφαίρας μπορούν να υπολογιστούν χρησιμοποιώντας έκκεντρους ή επικύκλους για να σχεδιάσουμε την ελάχιστη και μέγιστη απόσταση της τροχιάς από το κέντρο της κίνησης. Η διάταξη βάσει της οποίας κινείται ένας πλανήτης, μπορεί να οπτικοποιηθεί πραγματώνοντας τους έκκεντρους και επικύκλους κύκλους με την βοήθεια μερικών σφαιρών σε διάφορους συνδυασμούς. Οι περισσότεροι άνθρωποι συμφωνούν ότι είναι δύσκολο να καθορισθεί ποιο σχέδιο σφαιρών υπάρχει πραγματικά στο σύμπαν.

Ο Melanchthon αλλά και οι Maestlin και Wursteisen συγκρίνουν τον επίγειο παρατηρητή με έναν υποθετικό παρατηρητή ευρισκόμενο στους ουρανούς επιβεβαιώνοντας έτσι την αποτυχία της αστρονομίας να γίνει πειστικά κατανοητή και να ολοκληρώσει την αποδεικτική διαδικασία των τριών σταδίων που αποτελούν το ιδανικό για τη απόκτηση της γνώσης. Μόνο αν ολοκληρωθεί αυτή η διαδικασία θα είναι δυνατόν να παραχθεί αιτιολογημένη γνώση και Ρεαλιστική αστρονομία με την σύγχρονη έννοια. Σύμφωνα με τον Duhem οι αστρονόμοι του 16^{ου} αιώνα μπορούν να χαρακτηρισθούν σαν μόνιμα διαψευδόμενοι Ρεαλιστές. Η άποψή τους ήταν Ρεαλιστική με την έννοια ότι η ανακάλυψη ενός ολοκληρωμένου συστήματος σφαιρών στην φύση παραμένει το ιδανικό. Αν και η αστρονομία είναι πειστικά κατανοητή δεν μπορεί να αποδώσει αιτιολογημένη γνώση. Μπορεί να παράγει μοντέλα που κάνουν επιτυχημένες προβλέψεις, εύκολο να γίνουν κατανοητά και εύκολο να τα μάθει κανείς. Τα σχόλια του 16^{ου} αιώνα γύρω από τα επιτεύγματα της αστρονομίας φαίνονται Εργαλειοκρατικά μόνο αν απομονωθούν από το περιβάλλον των θεωριών που εφαρμόστηκαν όχι μόνο στην αστρονομία αλλά και στις άλλες επιστήμες. Στην πραγματικότητα ούτε ο Ρεαλισμός ούτε η Εργαλειοκρατία αποτελούν χαρακτηριστικά του αστρονόμου του 16^{ου} αιώνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

Η περιγραφή της Συμμετρίας στο έργο του Κοπέρνικου από τους Giora Hon και Bernard Goldstein

Η αρχαία αντίληψη για την Συμμετρία

Η έννοια της συμμετρίας την οποία αναφέρει ο Κοπέρνικος στο Βιβλίο 1 του *De Revolutionibus* σύμφωνα με τους Hon και Goldstein (2004) δεν είναι εντελώς ξεκάθαρο τι ακριβώς σημαίνει όμως, κατά κοινή ομολογία υποστηρίζουν ότι δεν είναι συμβατή με την έννοια της συμμετρίας, όπως αυτή περιγράφεται στην Ευκλείδεια Γεωμετρία. Ο Κοπέρνικος δηλαδή δεν θεωρεί την συμμετρία ως ισότητα δύο σχημάτων όπως αυτή αναφέρεται στο δέκατο βιβλίο των στοιχείων του Ευκλείδη. Αναφέρεται στην συμμετρία με την έννοια της ορθής αναλογίας και έχει σχέση περισσότερο με την αισθητική χρήση της συμμετρίας στην αρχαιότητα όπως την περιγράφει ο Βιτρούβιος στο βιβλίο του *De architectura*.

Ο Μάρκος Βιτρούβιος Πολλίωνας (80πχ – 15πχ) Ρωμαίος συγγραφέας αρχιτέκτονας και μηχανικός στο έργο του *De architectura*, με βάση προϋπάρχουσες αρχαίες ελληνικές πηγές, εξετάζει αρχικά τα σύμφωνα με αυτόν βασικά στοιχεία της αρχιτεκτονικής τα οποία θεωρεί ότι είναι η τάξη (*ordinatione*) η διευθέτηση (*disposition*) η ευρυθμία (*eurhythmia*) και η συμμετρία (συμμετρία).

Η Συμμετρία στο ανθρώπινο σώμα, στις μηχανές και στην αρχιτεκτονική.

Για την συμμετρία ο Βιτρούβιος αναφέρει ότι πρόκειται για μία συμφωνία τόσο μεταξύ των τμημάτων ενός έργου, όσο και καθενός από αυτά με το ίδιο το έργο σαν σύνολο. Όπως για παράδειγμα την σχέση που υπάρχει μεταξύ των μελών του ανθρώπινου σώματος και του ίδιου του σώματος με αποτέλεσμα την ορθή λειτουργία του σαν σύνολο. Διευκρινίζουμε και πάλι ότι αυτό δεν αφορά ισότητα όσων βρίσκονται δεξιά με ισότητα όσων βρίσκονται αριστερά σε σχέση με κάποιον άξονα όπως επιτάσσει η μοντέρνα έννοια της συμμετρίας. Θεωρεί το παράδειγμα του ανθρώπινου σώματος καθοριστικό για την κατανόηση της συμμετρίας ως μίας ιδιαίτερης σχέσης μεταξύ τμημάτων με στόχο τον καθορισμό και την διατήρηση κάποιων αισθητικών ή και πρακτικών αξιών.

Ο Βιτρούβιος ασχολήθηκε με την κατασκευή πολεμικών μηχανών όπως οι καταπέλτες και οι βαλλιστικές μηχανές και θεωρούσε ότι η συμμετρία που ήταν απαραίτητη για την

αποτελεσματική τους λειτουργία αφορούσε τρία στοιχεία την δύναμη την χρησιμότητα και την αποτελεσματικότητα τους. Για την κατασκευή των κτιρίων η συμμετρία του περιλάμβανε τα δύο πρώτα στοιχεία και το τρίτο το αντικαθιστούσε με την αισθητική εντύπωση που έδινε το κτίριο. Κορυφαία κατασκευή δε από την άποψη της συμμετρίας θεωρούσε την κατασκευή των ναών. Κάθε κατασκευή όμως θα πρέπει να περιλαμβάνει αναλογίες - που αποτελούν βασικό στοιχείο της συμμετρίας - που να συμφωνούν με κάποιο αρχικό μοντέλο το οποίο αποτελεί πρότυπο. Το πρότυπο του οποίου οι αναλογίες κατά τον Βιτρούβιο αγγίζουν την τελειότητα και επομένως μπορούν να αποτελέσουν μοντέλο για τις κατασκευές της αρχιτεκτονικής είναι το ανθρώπινο σώμα.

Σύμφωνα με τον Πλάτωνα, ένας άνθρωπος ή ένα ζώο είναι συμμετρικά όταν τα μέρη τους, περιλαμβάνοντας σώμα και ψυχή, έχουν τις αναλογίες που πρέπει χωρίς να δίνει περισσότερες λεπτομέρειες. Ο Βιτρούβιος επεξεργάζεται αυτές τις λεπτομέρειες και διαμορφώνει μία αρχή συμμετρίας η οποία είναι σε συμφωνία με τις αναλογίες του ανθρώπινου σώματος. Αυτή δε η θεμελιώδης αισθητική αρχή θεωρεί ότι θα μπορούσε να αποτελέσει ένα οδηγό σε αρχιτέκτονες για την κατασκευή κτιρίων.

Συμμετρία και αρμονία στην Κοπερνίκια κοσμολογία.

Η επίδραση των παραπάνω ιδεών του Βιτρούβιου στον Κοπερνικό αποδεικνύεται από την χρήση του όρου συμμετρία που κάνει ο Κοπερνικός όταν στην αφιέρωση του *De Revolutionibus* επιπλήττει τους παραδοσιακούς αστρονόμους γιατί αποτυγχάνουν να ακολουθήσουν σωστές αρχές. Συγκεκριμένα υποστηρίζει ότι μοιάζουν με κάποιους που συλλέγουν από διάφορα μέρη χέρια, πόδια, ένα κεφάλι καθώς και άλλα μέλη και με αυτά προσπαθούν να αναπαραστήσουν ένα ανθρώπινο ον όμως από τη στιγμή που αυτά δεν ανήκουν στο ίδιο άτομο, δημιουργείται ένα τέρας. Δηλαδή εάν κάποιος συνθέσει ανόμοια και ασυνάρτητα μεταξύ τους πράγματα αυτό που θα προκύψει θα είναι μία τερατώδης κατασκευή και σαν τέτοια υπονοεί το Πτολεμαϊκό σύμπαν, και τις θεωρίες οι οποίες το συνθέτουν. Επιπλέον υποστηρίζει ότι με αυτόν τον τρόπο είναι αδύνατο να προκύψει το οριστικό σχήμα του σύμπαντος (*mundi formam*) και η αληθινή συμμετρία (*symmetriam*) των μερών από τα οποία αποτελείται. Το εδάφιο υπονοεί ότι αν οι ουρανοί διαθέτουν ένα συγκεκριμένο αρχιτεκτονικό σχέδιο που περιλαμβάνει την έννοια της συμμετρίας, όπως την περιγράφει ο Βιτρούβιος, οι παραδοσιακοί αστρονόμοι έχουν αποτύχει να το περιγράψουν. Επιπλέον, αναφέρει ο Κοπερνικός, ...για πολύ καιρό αναλογιζόμουν όλο αυτό το ανακάτεμα στην αστρονομική παράδοση γύρω από την παραγωγή των κινήσεων των ουράνιων σφαιρών και άρχισα να ενοχλούμαι από το

γεγονός ότι ενώ αυτή η ουράνια μηχανή δημιουργήθηκε από τον καλύτερο και σοφότερο Τεχνίτη εν τούτοις οι κινήσεις της δεν γίνονταν κατανοητές από τους φιλοσόφους...

Παρά την οποιαδήποτε έλλειψη ρητής αναφοράς στον Βιτρούβιο, θα μπορούσε να υποθέσει κάποιος ότι ο Κοπέρνικος θεωρούσε την συμμετρία στο σύμπαν με τον ίδιο τρόπο. Δηλαδή έναν ναό, (το σύμπαν) του οποίου τα στοιχεία (πλανητικές σφαίρες) σχετίζονται μεταξύ τους αλλά και με το σύμπαν σχηματίζοντας με αυτόν τον τρόπο ένα όμορφο και αρμονικό σύνολο.

Όπως είδαμε παραπάνω ο Βιτρούβιος με το όρο συμμετρία εννοεί τις σωστές αναλογίες του ανθρώπινου σώματος, την δομή ενός κτιρίου και την αποτελεσματικότητα μίας μηχανικής κατασκευής και διαχωρίζει μεταξύ τους αυτά τα τρία διαφορετικά πεδία στα οποία εφαρμόζεται. Ο Κοπέρνικος παρά το ότι υπαινίσσεται αυτά τα διαφορετικά πεδία, τα χρησιμοποιεί μαζί διατηρώντας παράλληλα την αρχή της συμμετρίας του Βιτρούβιου. Κατά την κρίσιμη στιγμή κατά την οποία θεωρεί ότι έχει συλλάβει την βασική του θεώρηση βεβαιώνει ότι: «Με αυτήν την διευθέτηση (*ordinatione*)... ανακαλύπτουμε μία θαυμάσια συμμετρία στο σύμπαν (*mundi symmetriam*) και μία καλά τοποθετημένη αρμονική σύνδεση (*harmoniae nexum*) μεταξύ της κίνησης των σφαιρών και του μεγέθους τους έτσι όπως δεν είχε ανακαλυφθεί ποτέ πριν». Εδώ ο Κοπέρνικος συνδέει δύο εντελώς διακριτές μεταξύ τους έννοιες κατά την αρχαιότητα, που είναι η συμμετρία που αφορά ιδανικές αναλογίες αποτελεσματικές ή ευχάριστες στην όραση και την αρμονία, που παράγεται από αναλογίες ευχάριστες στην ακοή. Σε πολλά αρχαία κείμενα η κίνηση συσχετίζεται με τον ήχο και εντεύθεν με την αρμονία. Για παράδειγμα ο Πλάτων συνδέει την περιστροφή των σφαιρών με την μουσική τοποθετώντας μία σειρά σε κάθε σφαίρα ώστε να παράγει έναν ξεχωριστό ήχο και όλες μαζί όπως περιστρέφονται παράγουν μία ξεχωριστή αρμονική σύνθεση. Επίσης ο Αριστοτέλης υποστηρίζει ότι η θεωρία πως η κίνηση των άστρων παράγει αρμονία δηλαδή ότι οι ήχοι μεταξύ τους είναι σύμφωνοι παρά την ευχαρίστηση και την αυθεντικότητα με την οποία ορίζεται παρόλα αυτά δεν είναι αληθινή. Ο Πλίνιος χρησιμοποιεί τις λέξεις *harmonia* (Ελληνικά) και *concentus* (Λατινικά) με την ίδια σημασία ενώ δεν αναφέρει καθόλου την λέξη συμμετρία. Επίσης ο Πυθαγόρας στην θεωρία περί μουσικής συσχετίζει τους τόνους και τα ημιτόνια με τις αποστάσεις μεταξύ των άστρων. Ωστόσο είναι περισσότερο πιθανό ο Κοπέρνικος να επηρεάστηκε από το έργο του Ψευδο-Αριστοτέλη (*De mundo*) όπου μεταξύ άλλων

αναφέρει ότι ...μία ξεχωριστή αρμονία βάζει σε τάξη τον ουρανό τη γη και το σύμπαν συνολικά με την ανάμιξη των πιο ετερόκλητων αρχών. Με αυτόν τον τρόπο η φύση μας διδάσκει τις ύψιστες αρχές του κόσμου όπου η ισότητα τείνει να διατηρήσει την αρμονία, η αρμονία διατηρεί το Σύμπαν γεννήτορα των πάντων παραμένοντας το ίδιο, το πλέον τέλειο δημιούργημα...

Ο Κοπέρνικος συσχετίζει την κίνηση με αρμονία όμως σε αντίθεση με τις πιθανώς υπάρχουσες πηγές, δεν αναφέρει τίποτα για τον ήχο. Αυτή η παράλειψη ίσως οδήγησε αρκετούς από τους αναγνώστες του έργου του, να εκλάβουν την αρμονία ως συνώνυμο της συμμετρίας από την στιγμή που και τα δύο περιέχουν αναλογίες. Αυτό είναι ένα κρίσιμο σημείο όπου δύο αισθητικά κριτήρια χρησιμοποιούνται για να γίνουν αντιληπτές δύο διαφορετικές απόψεις του σύμπαντος που είναι το σχέδιο και η κίνηση. Η συμμετρία συλλαμβάνει τον σχεδιασμό δηλαδή την σχέση των επιμέρους (πλανητικές σφαίρες) με το σύνολο (Σύμπαν) ενώ η κίνηση (αντιληπτή ως πλανητική περίοδος) είναι συνδεδεμένη με το μέγεθος εννοώντας την απόσταση των πλανητών από τον ήλιο. Το κύριο αποτέλεσμα αυτής της κατεστημένης αρμονικής σύνδεσης είναι ότι οι περίοδοι περιστροφής των πλανητών είναι ανάλογες της απόστασής τους από το κέντρο της κίνησης. Αυτή η αρχή διατυπώθηκε σε ένα γεωκεντρικό περιβάλλον όπου υποστηρίζεται ότι: όσο μακρύτερα βρίσκονται οι πλανήτες από τα όρια του σύμπαντος και όσο πλησιέστερα βρίσκονται στην γη, τόσο ταχύτερα φαίνεται να κινούνται αφού κάθε ένας από αυτούς διαγράφοντας έναν μικρό κύκλο, πιο συχνά περνά κάτω από κάποιον που βρίσκεται ψηλότερα, και τελικά τον προσπερνά.

Υιοθετώντας αυτήν την αρχή ο Κοπέρνικος, δηλαδή ότι οι πλανήτες που βρίσκονται μακρύτερα από τον ήλιο (θεωρώντας αυτόν πλέον σαν κέντρο της κίνησης) κινούνται πιο αργά έχει συνδέσει την αρμονία με την συμμετρία σε μία κοσμική κλίμακα σαν χαρακτηριστικά μίας τέλειας δομής. Η συμμετρία εδώ βασίζεται στο ότι σύμφωνα με τον Κοπέρνικο, τα μέρη του κόσμου εναρμονίζονται ώστε να σχηματίσουν ένα τέλειο σύνολο σε αναλογία με αυτά που διέκρινε ο Βιτρούβιος στο ανθρώπινο σώμα και απαιτούσε από τους ναούς και τις μηχανές.

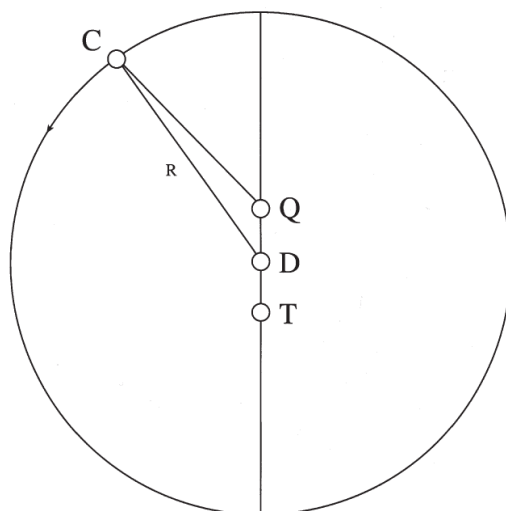
Από την στιγμή που σε καμία από τις πηγές που ήταν διαθέσιμες στον Κοπέρνικο δεν βλέπουμε να συσχετίζονται η συμμετρία και η αρμονία, μπορούμε να υποθέσουμε ότι αυτή η αναφορά με αυτόν τον τρόπο στο έργο του, αποτελεί δικό του δημιούργημα. Μία άποψη για την κοσμική αρμονία περίπου όμοια με αυτήν του Κοπέρνικου βρίσκουμε σε μία εργασία του σύγχρονου του Heinrich Cornelius Agrippa (1486 –

1535) ο οποίος υποστηρίζει ότι: ...επιπλέον υπάρχουν κάποιοι που ανακαλύπτουν την αρμονία (concentus) των ουρανών στις αποστάσεις των πλανητών μεταξύ τους ...επιπλέον επίσης με την αναλογία των κινήσεων των πλανητών μεταξύ τους σε συνδυασμό με την όγδοη σφαίρα, προκύπτει η υπέρτατη αρμονία... Και πάλι όμως ο Agrippa δεν συνδέει την αρμονία με την συμμετρία όπως κάνει ο Κοπέρνικος και αντίθετα με τον Πλάτωνα και τον Βιτρούβιο επικαλείται την αρμονία για την σχέση των μελών του ανθρώπινου σώματος και όχι την συμμετρία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο**Bernard Goldstein: Προέλευση του Κοπερνίκιου κοσμολογικού συστήματος****Πλανητικές αποστάσεις.**

Η σύλληψη και ανάπτυξη της ηλιοκεντρικής θεωρίας από τον Κοπέρνικο, αναμφίβολα προκάλεσε ανατροπή στις μέχρι τότε κοσμολογικές απόψεις των αστρονόμων. Το έτος 1543, δημοσιεύτηκε το *De Revolutionibus*, στο οποίο ο Κοπέρνικος αναπτύσσει ένα κοσμολογικό μοντέλο στο οποίο την κεντρική θέση καταλαμβάνει ο Ήλιος και όχι η Γη. Ποιο είναι όμως το ερώτημα στο οποίο απαντά η ηλιοκεντρική θεωρία και γιατί θεωρείται τόσο σημαντική; Για τους αστρονόμους του ύστερου Μεσαίωνα οι κοσμικές αποστάσεις ήταν βασισμένες στην υπόθεση των ομόκεντρων σφαιρών του Πτολεμαίου όπως περιγράφεται στο έργο του *Πλανητικές υποθέσεις* που έγινε γνωστό στην Λατινική Δύση μέσα από αραβικές μεταφράσεις. Την υπόθεση αυτή, σύμφωνα με την οποία οι πλανήτες κινούνται σε συμπαγείς σφαίρες που η μία βρίσκεται στο εσωτερικό της άλλης απέρριψε ο Κοπέρνικος στο *De Revolutionibus*, αν και ίσως όχι και τόσο ξεκάθαρα. Ο Bernard Goldstein καθηγητής στο Πανεπιστήμιο του Pittsburgh προσπαθεί να δώσει μία ερμηνεία για τους λόγους που ώθησαν τον Κοπέρνικο στην απόρριψη της παραδοσιακής θεωρίας των αποστάσεων των πλανητών και συνακόλουθα της γεωκεντρικής θεωρίας της οποίας αποτελούσε μέρος.

Κατ' αρχάς ο Goldstein, (2002) θεωρεί σημαντικό να διευκρινιστούν και να αποσαφηνιστούν βασικά αστρονομικά στοιχεία της Πτολεμαϊκής θεωρίας, όπως η χρήση του εξισωτή, από τα καθαρά κοσμολογικά θέματα όπως η τοποθεσία του κέντρου της κίνησης των πλανητών και η πλανητική τάξη στο διάστημα. Όπως είναι γνωστό ο Πτολεμαίος στις *Πλανητικές υποθέσεις* θεωρούσε ότι κάθε πλανήτης κινείται πάνω σε έναν φέροντα κύκλο με ομοιόμορφη κίνηση γύρω από το εξισωτικό σημείο που ήταν διαφορετικό από το κέντρο της πλανητικής κίνησης παραβιάζοντας σύμφωνα με τον Κοπέρνικο την αρχή της ομοιόμορφης κυκλικής κίνησης που αναφερόταν στην *Almagest*.



Εικ.1. Περιστροφή με εξισωτή. T είναι η γη, D το κέντρο της ομοιόμορφης κυκλικής κίνησης, Q ο εξισωτής ώστε $(QD)=(DT)$ και C η θέση του πλανήτη στον φέροντα κύκλο.

Ο Κοπέρνικος στην αρχή του *Commentariolus* αναφέρει ότι δεν συμφωνεί σε ένα πλανητικό μοντέλο με εξισωτή. Είναι πλέον γνωστό βέβαια, αναφέρει ο Goldstein, ότι οι Μουσουλμάνοι αστρονόμοι στις αρχές του 13^{ου} αιώνα χρησιμοποιούσαν πολλά μοντέλα που δεν απαιτούσαν την χρήση εξισωτή χωρίς παράλληλα να απομακρύνονται από το γεωκεντρικό μοντέλο. Δηλαδή η ύπαρξη ή όχι του εξισωτή αποτελούσε ένα αστρονομικό ζήτημα το οποίο δεν επηρέαζε αναγκαστικά τα κοσμολογικά θέματα όπως οι πλανητικές αποστάσεις και η πλανητική τάξη. Στο *Commentariolus* το οποίο κοινοποιήθηκε σε χειρόγραφο μορφή γύρω στο 1514, και αποτελεί μία πρώτη αναφορά του Κοπέρνικου στην πλανητική του θεωρία, δεν αναφέρεται τίποτα που να αφορά κοσμολογικά θέματα αν και υπονοούνται. Αντίθετα στο *De Revolutionibus* i.10, περιγράφει λεπτομερώς την αιτιολογία που τον ώθησε στην κατασκευή της κοσμολογικής του θεωρίας και αποκαλύπτει πολλούς από τους αυθεντικούς συλλογισμούς του πάνω στο θέμα αν και αυτό το εδάφιο αναθεωρήθηκε περισσότερες από μία φορές από την αρχική σύλληψη μέχρι το τελικό αποτέλεσμα.

Περίοδοι περιστροφής.

Ο Goldstein προτείνει μία νέα προσέγγιση για την αποδοχή εκ μέρους του Κοπέρνικου της ηλιοκεντρικής υπόθεσης η οποία βασίζεται κατά κύριο λόγο στον υπολογισμό των αστρικών περιόδων της Αφροδίτης και του Ερμή, και έχει ως αφετηρία τα σχόλια του Άραβα αστρονόμου του 12^{ου} αιώνα μ.Χ Αβερρόη, στο έργο του Αριστοτέλη, στον Μάρκο Βιτρούβιο Ρωμαίο συγγραφέα του 1^{ου} π.Χ. αιώνα και το έργο

του De Architectura, καθώς και στον Μαρτιάνο Καπέλα Λατίνο συγγραφέα της ύστερης αρχαιότητας (5^{ος} αιώνας μ.Χ.) μεταξύ άλλων. Οι παραπάνω πηγές όπως είναι φανερό, ανάγονται σε χρονολογίες προγενέστερες του 1514 που υποθέτουμε προσεγγιστικά ότι αποτελεί την χρονολογία της πρώτης αναφοράς στην ηλιοκεντρική θεωρία από τον Κοπέρνικο. Πρέπει να σημειωθεί, ότι δεν χρειάστηκαν νέα αστρονομικά δεδομένα αφού όσα απαιτήθηκαν αναφέρονται στην Αλμαγέστη.

Ο βασικός ισχυρισμός του Κοπέρνικου είναι ότι οι περίοδοι περιστροφής των πλανητών εξαρτώνται από την απόστασή τους από το κοινό κέντρο της πλανητικής; τους κίνησης. Όσο περισσότερο απέχουν από το κέντρο τόσο μεγαλύτερη είναι η περίοδος. Αυτή η αρχή που διατυπώθηκε αρχικά από τον Βιτρούβιο και ήταν γνωστή στον Κοπέρνικο, λειτουργεί κανονικά στο γεωκεντρικό σύστημα σε σχέση με τον Κρόνο, τον Δία και τον Άρη αλλά υπάρχει πρόβλημα στον Ήλιο την Αφροδίτη και τον Ερμή οι οποίοι, παρά το ότι απέχουν διαφορετικές αποστάσεις από την Γη, έχουν περίοδο ίση με ένα έτος. Ο Πτολεμαίος στην Αλμαγέστη ix.1, μη έχοντας διαθέσιμη απάντηση σε αυτό το παράδοξο αναφέρει ότι θα πρέπει απλά να αποδεχθούμε την ερμηνεία που φαίνεται πιο αληθοφανής, θέτοντας τον ήλιο στην μέση και τοποθετώντας τους τρεις πλανήτες μακρύτερα από τον ήλιο (Κρόνος, Δίας, Άρης) και τρεις πλανήτες στο διάστημα μεταξύ Ήλιου και Γης (Αφροδίτη, Ερμής και Σελήνη). Στο μεταγενέστερο έργο του *Πλανητικές Υποθέσεις*, ο Πτολεμαίος αναθεώρησε το ερώτημα, υποστηρίζοντας ότι η υπόθεσή των ομόκεντρων σφαιρών του σύμφωνα με την οποία η μεγαλύτερη απόσταση ενός πλανήτη από το κέντρο της κίνησης (Γη) είναι ίση με την μικρότερη απόσταση του αμέσως επομένου που βρίσκεται στην επόμενη σφαίρα, του επιτρέπουν να καθορίσει ακριβώς την πλανητική τάξη και τις αποστάσεις των πλανητών από την Γη. Ο Κοπέρνικος λαμβάνοντας υπ' όψιν την υπόθεση για την σχέση περιόδου - πλανητικής απόστασης του Βιτρούβιου, σύμφωνα με τον Goldstein, απέρριψε την υπόθεση του Πτολεμαίου, υποστηρίζοντας ότι παραβίαζε την σχέση απόστασης - περιόδου για τον Ήλιο την Αφροδίτη και τον Ερμή. Στο *De Revolutionibus* i.10, ο Κοπέρνικος δήλωσε ότι έχοντας απορρίψει όλες τις δυνατές περιπτώσεις ενός γεωκεντρικού συστήματος είχε πλέον δύο δυνατότητες. Η μία ήταν να προσδιορίσει ένα διαφορετικό κέντρο για την κίνηση των πλανητών και η άλλη να αποδεχθεί ότι δεν υπήρχε κάποια αρχή που να καθορίζει την πλανητική τάξη και κανένας ειδικός λόγος με βάση τον οποίο ο Κρόνος βρίσκεται στην υψηλότερη θέση αντί του Δία ή οποιουδήποτε άλλου πλανήτη. Θεωρώντας την δεύτερη εκδοχή ως ανόητη, επικαλείται ένα κείμενο του Μαρτιανού Καπέλα, από το έργο του *The marriage of Philology and Mercury* στο

οποίο υποστηρίζει ότι η Αφροδίτη και ο Ερμής περιστρέφονται γύρω από τον Ήλιο. Αυτή η άποψη διαφορετική από του Κοπέρνικου υπέθετε ότι ενδεχομένως η σχέση απόστασης – περιόδου θα μπορούσε να λειτουργήσει εάν η επιλογή του κέντρου της κίνησης ήταν διαφορετική. Βεβαίως ο Μαρτιανός Καπέλα δεν εισηγείται ένα εξολοκλήρου ηλιοκεντρικό σύστημα από την στιγμή που ο Ήλιος και οι πέραν αυτού πλανήτες Κρόνος Δίας και Άρης εξακολουθούν να περιστρέφονται γύρω από την Γη.

Σύμφωνα με τον Goldstein, ο Κοπέρνικος έχοντας τα παραπάνω κατά νου, ενδεχομένως έκανε κάποιες σχετικές υποθέσεις οι οποίες αναφέρονται στο *Commentariolus*. πρώτον ότι ο Ήλιος είναι ακίνητος στο κέντρο και η Γη περιστρέφεται γύρω του, δεύτερον ότι ο Ήλιος βρίσκεται στο κέντρο της κίνησης και των έξι πλανητών (Κρόνου, Δία, Άρη, Γης, Αφροδίτης και Ερμή και τρίτον ότι η Σελήνη δεν είναι πλανήτης, αλλά ακολουθεί την Γη στην περιστροφή της γύρω από τον Ήλιο. Αυτή η υπόθεση της περιστροφής των έξι πλανητών γύρω από τον Ήλιο με σκοπό την τροποποίηση της σχέσης απόστασης – περιόδου εξαρτάται ασφαλώς από την δυνατότητα εύρεσης της περιόδου περιστροφής γύρω από το κέντρο της περιστροφής που είναι ο Ήλιος πλέον αντί της Γης. Η τάξη των Κρόνου Δία και Άρη, ούτως ή άλλως δεν ήταν σε αμφισβήτηση από την αρχή, επομένως έμενε να αποδειχθεί ότι οι περίοδοι περιστροφής γύρω από τον Ήλιο των Αφροδίτης και Ερμή ήταν μικρότερες του ενός έτους (Ηλιοκεντρική περίοδος της Γης) και ακόμη ότι η περίοδος περιστροφής του Ερμή ήταν μικρότερη από την περίοδο περιστροφής της Αφροδίτης. Ο Goldstein πιστεύει ότι εδώ βρισκόταν το κρίσιμο σημείο. Δηλαδή ότι ο Κοπέρνικος μετά τον υπολογισμό των περιόδων περιστροφής Αφροδίτης και Ερμή πείστηκε ολοκληρωτικά ότι η ιδέα του να διαμορφώσει το Ηλιοκεντρικό σύστημα ήταν ορθή, και ότι το κοσμολογικό του σύστημα είχε όλα τα χαρακτηριστικά της αρμονίας και συμμετρίας για τις οποίες έκανε λόγο στο *De Revolutionibus*. i.10. Δηλαδή, αναφέρει ο Goldstein, θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι, το καθοριστικό επιχείρημα για την εκ μέρους του εσωτερική αποδοχή της ηλιοκεντρικής θεωρίας, δεν ήταν άλλο, παρά ο υπολογισμός της περιόδου της Αφροδίτης λιγότερο από ένα έτος και ο εν συνεχεία υπολογισμός της περιόδου του Ερμή. Ο Κοπέρνικος αρχικά στο *Commentariolus* θεώρησε την περίοδο της Αφροδίτης 9 μήνες ενώ θα έπρεπε να υπολογίσει 225 ημέρες χωρίς όμως αυτό να επηρεάζει το βασικό επιχείρημα. Επίσης, κάποια άλλα χαρακτηριστικά του ηλιοκεντρικού συστήματος φαίνονταν να εξηγούν καλύτερα ορισμένα πράγματα όπως για παράδειγμα τις οπισθόδρομες κινήσεις των πλανητών. Ο ίδιος ο Κοπέρνικος στο τέλος του *De Revolutionibus*. i.10 υποστηρίζει ότι η κίνηση της Γης δίνει μία

περισσότερο αποτελεσματική και αξιόπιστη ερμηνεία για τις οπισθόδρομες κινήσεις των πλανητών.

Ο Ήλιος στο κέντρο.

Η κατασκευή του ηλιοκεντρικού συστήματος από τον Κοπέρνικο, αναφέρει ο Goldstein, απαιτούσε να μετατραπούν τα γεωκεντρικά μοντέλα που περιείχαν τον εξισωτή σε ηλιοκεντρικά. Αλλά αυτό ίσως έγινε, υποστηρίζει ο Goldstein, αφού πρώτα είχε συλλάβει την εικόνα ενός ηλιοκεντρικού συστήματος. Ο Κοπέρνικος βασίστηκε σε δύο αναφορές από την *Epitome of the Almagest* του Regiomontanus ο οποίος προτείνει κατ' αρχάς τον μετασχηματισμό των γεωκεντρικών μοντέλων για τους εξωτερικούς πλανήτες σε ένα «Τυχονικό» μοντέλο στο οποίο οι πλανήτες αυτοί περιστρέφονται γύρω από τον Ήλιο, ενώ ο Ήλιος περιστρέφεται γύρω από την Γη και δεύτερον για τους εσωτερικούς πλανήτες τον μετασχηματισμό των γεωκεντρικών μοντέλων σε ηλιοκεντρικά όπως φαίνεται στις εικόνες παρακάτω. Αυτά, υποστηρίζει ο Swerdlow αλλά και ο Neugebauer, (1984) δεν συνιστούν βέβαια ένα ηλιοκεντρικό σύστημα όπως είναι προφανές. Επίσης υποστηρίζουν, ότι ο Κοπέρνικος επιχειρηματολόγησε υπέρ του ηλιοκεντρικού συστήματος, για να αποφύγει την τομή των σφαιρών του Άρη και του Ήλιου στην «Τυχονική» εκδοχή του συστήματος, που αποτέλεσε πρόβλημα για τον Tycho Brahe αργότερα και λύθηκε μόνο όταν έγινε αποδεκτό ότι δεν υπήρχαν υλικές συμπαγείς σφαίρες στο διάστημα. Όμως, υποστηρίζει ο Goldstein, δεν υπάρχει σαφής μαρτυρία για την ενασχόληση του Κοπέρνικου με το θέμα της διασταύρωσης των σφαιρών. Επίσης, ένα «Τυχονικό» σύστημα, δεν ήταν δυνατόν να ικανοποιήσει την σχέση απόστασης – περιόδου γιατί σε αυτό ο καθορισμός της απόστασης δεν ήταν εξαρτημένος από τις περιόδους περιστροφής. Ο Κοπέρνικος σταθερά απέρριπτε το Πτολεμαϊκό και το μόνο σύστημα που πίστευε ότι ικανοποιεί την παραπάνω σχέση ήταν το ηλιοκεντρικό.

Το κύριο εδάφιο από το *De Revolutionibus*. i.10 στο οποίο ο Κοπέρνικος υποδηλώνει το κίνητρό του για την ηλιοκεντρική θεωρία είναι το παρακάτω: «Βλέπουμε ότι οι αρχαίοι φιλόσοφοι ήταν πρόθυμοι να θέσουν σε σειρά τα παρατηρούμενα αστέρια ανάλογα με τις περιόδους τους, λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι όλα τα αντικείμενα στον ουρανό κινούνται με την ίδια ταχύτητα που σημαίνει ότι αυτά που βρίσκονται μακρύτερα φαίνονται να κινούνται πιο αργά όπως έχει αποδείξει ο Ευκλείδης στην Οπτική του. Επομένως θεωρούν ότι η Σελήνη περιστρέφεται στον μικρότερο κύκλο ενώ ο Κρόνος που είναι ο πλέον απομακρυσμένος περιστρέφεται στον μεγαλύτερο κύκλο

κάνοντας το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, και στην συνέχεια ο Δίας, ο Άρης κλπ. Από την άλλη μεριά αυτοί οι οποίοι θέτουν την Αφροδίτη και τον Ερμή κάτω από τον Ήλιο, λαμβάνουν υπ' όψιν το μεγάλο διάστημα που υπάρχει μεταξύ Ήλιου και Σελήνης γιατί υπολόγισαν ότι η μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ Σελήνης και Γης είναι 64 μονάδες και ένα έκτο, λαμβάνοντας ως μονάδα μέτρησης την ακτίνα της Γης. Αυτή η απόσταση αποτελεί το ένα δέκατο όγδοο της απόστασης μεταξύ Γης και Ήλιου που είναι 1160 μονάδες. Το διάστημα μεταξύ Ήλιου και Σελήνης καλύπτεται από τις σφαίρες της Αφροδίτης και του Ερμή. Όμως με ποια λογική μπορεί κάποιος να θέσει την Αφροδίτη κάτω από τον Ήλιο και τον Ερμή μετά από αυτήν ή να θέσει αυτούς σε κάποια άλλη θέση χωριστά τον ένα από τον άλλο χωρίς να θέτει όμοια και τις τροχιές τους ξεχωριστά και μακριά από τον Ήλιο ακόμη και αν το επιχείρημα για την ταχύτητα ή την βραδύτητά τους δεν αποδεικνύει την λάθος σειρά; Τότε θα πρέπει ή να μην είναι η Γη το κέντρο των σφαιρών σύμφωνα με την τάξη των άστρων, ή διαφορετικά, δεν υπάρχει καθορισμένη τάξη και κάποιος φανερός λόγος για τον οποίο η πιο μακρινή θέση δίδεται στον Κρόνο και όχι στον Δία πχ ή σε κάποιον άλλο πλανήτη. Συμπερασματικά πιστεύω, ότι δεν πρέπει να αγνοήσουμε την άποψη του Μαρτιανού Καπέλα ο οποίος συνέγραψε την Εγκυκλοπαίδεια και ορισμένων άλλων Λατίνων συγγραφέων (Εδώ ο Goldstein υποστηρίζει ότι ο Κοπέρνικος εννοεί τον Πλίνιο που αναφέρει ο Ρέτικους στο *Narratio Prima*, τον Μακρόβιο και τον Βιτρούβιο που υποστήριζαν ότι η Αφροδίτη και ο Ερμής περιστρέφονται γύρω από τον Ήλιο, ο οποίος βρίσκεται στο μέσον μεταξύ τους και πιστεύουν ότι αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο δεν αποκλίνουν από την καμπύλη που καθορίζεται από τις σφαίρες, γιατί δεν περιστρέφονται γύρω από την Γη όπως οι υπόλοιποι αλλά διαθέτουν άλλον τρόπο περιστροφής) ...Η πρώτη και μακρύτερα ευρισκόμενη σφαίρα είναι η σφαίρα των απλανών η οποία περιέχει τον εαυτό της και όλα τα πράγματα είναι επομένως ακίνητη.... Στην συνέχεια ακολουθεί ο Κρόνος ο πρώτος από τους παρατηρούμενους πλανήτες ο οποίος ολοκληρώνει την περιστροφή του σε 30 έτη. Μετά ακολουθεί ο Δίας του οποίου μία πλήρης περιστροφή διαρκεί 12 έτη. Στην συνέχεια έρχεται ο Άρης με χρόνο περιστροφής δύο έτη. Ετήσια περιστροφή όπως έχουμε ήδη πει κάνει η Γη στην τέταρτη θέση συνοδευόμενη από την Σεληνιακή σφαίρα η οποία συμπεριφέρεται ως επίκυκλος. Στην πέμπτη θέση η Αφροδίτη έχει χρόνο περιστροφής 9 μήνες και τέλος στην έκτη θέση βρίσκεται ο Ερμής με χρόνο περιστροφής σε 60 ημέρες. Τέλος στο μέσον μεταξύ όλων των πλανητών βρίσκεται η θέση του Ήλιου.»

Στο παραπάνω κείμενο από το *De Revolutionibus* του Κοπέρνικου σύμφωνα με τον Goldstein μπορούν να γίνουν οι παρακάτω παρατηρήσεις. Κατ' αρχάς ο Κοπέρνικος δεν κατονομάζει τους φιλόσοφους τους οποίους επικαλείται και η πιο ξεκάθαρη αναφορά για αυτήν την σχέση γίνεται από τον Βιτρούβιο στο έργο του *De architectura*. Πιθανώς είχε υπ' όψιν του, ένα απόσπασμα από το έργο του Αριστοτέλη *De caelo* (Περί ουρανού) γιατί αυτό ερμηνεύθηκε ισοδύναμα από τον Αβερρόη και αυτή η ερμηνεία παραπέμπει πίσω τουλάχιστον μέχρι τον Σιμπλίκιο, σύμφωνα με τον οποίο ο Αριστοτέλης στο *De Caello* υποστηρίζει ότι: «Ας εξετάσουμε τον τρόπο με τον οποίο κινούνται τα ουράνια σώματα, τον τρόπο με τον οποίο κάποια προηγούνται και κάποια άλλα έπονται, και πως σχετίζεται το ένα με το άλλο σε σχέση με τις αστρονομικές αποστάσεις τους, καθώς αυτό το θέμα έχει συζητηθεί ικανοποιητικά. Αυτό που ισχύει είναι ότι οι κινήσεις κάθε πλανήτη είναι ανάλογες με τις αποστάσεις (Κατά λόγον... τοις αποστέμασιν) ώστε κάποιες κινήσεις είναι ταχύτερες και άλλες βραδύτερες. Δηλαδή αν υποθεθεί ότι η εξώτερη περιστροφή του στερεώματος είναι απλή και ταχύτατη και ότι οι κινήσεις των άλλων (πλανητών) είναι βραδύτερες και πολυάριθμες αφού κάθε ένας κινείται ξεχωριστά στον δικό του κύκλο σε τροχιά αντίθετη από αυτήν του στερεώματος, είναι πραγματικά λογικό το σώμα που βρίσκεται πλησιέστερα στο στερέωμα να διανύει τον δικό του κύκλο σε μεγαλύτερο χρόνο και αυτό που βρίσκεται μακρύτερα (από την αστρική σφαίρα δηλαδή πιο κοντά στο κέντρο) σε μικρότερο χρόνο ενώ για τους υπόλοιπους, που βρίσκονται ενδιάμεσα όσοι βρίσκονται πλησιέστερα στην εξώτερη σφαίρα σε περισσότερο χρόνο και όσοι είναι μακρύτερα σε λιγότερο. Η λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό είναι ότι ο πλανήτης που βρίσκεται πλησιέστερα στην αστρική σφαίρα κυριαρχείται από την εξωτερική περιστροφή περισσότερο από αυτόν που βρίσκεται μακρύτερα λιγότερο πάντοτε σε σχέση με την απόσταση. Ενώ οι ενδιάμεσοι επηρεάζονται ο καθένας ανάλογα με την απόσταση όπως καθορίζουν οι αστρονόμοι.»

Ένα πρόβλημα που προκύπτει από το παραπάνω εδάφιο είναι ότι εάν οι περίοδοι περιστροφής των πλανητών είναι αυστηρά ανάλογες των αποστάσεών τους από την πλέον απομακρυσμένη σφαίρα, δεν είναι όμως ανάλογες των αποστάσεών τους από την Γη. Για παράδειγμα εάν θεωρήσουμε την περίοδο ενός πλανήτη ίση με P την απόστασή του από την απομακρυσμένη σφαίρα ίση με d , και την απόσταση της Γης από την απομακρυσμένη σφαίρας ίση με D , τότε αν η απόσταση d είναι ανάλογη της περιόδου P , αυτό δεν σημαίνει ότι και η απόσταση του πλανήτη από την Γη που είναι $D-d$ θα είναι ανάλογη της περιόδου P .

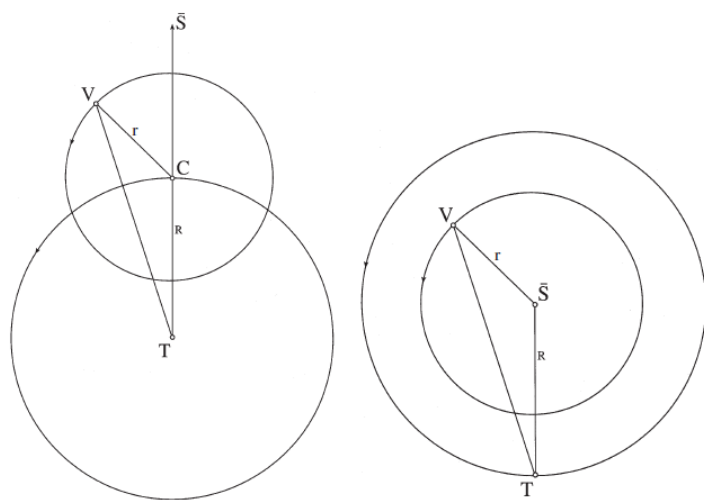
Το κείμενο του Αριστοτέλη *De Caelo* σε Λατινική μετάφραση, βρίσκεται στο *Aristotelis opera cum Averrois commentariis* το οποίο τυπώθηκε πολλές φορές κατά την διάρκεια του 15^{ου} και 16^{ου} αιώνα. Αυτή η έκδοση αποτελείται από μία μετάφραση του *De caelo* στα Λατινικά από το Ελληνικό κείμενο από τον Williana of Moerbeke (13^{ος} αιώνας) και μία μετάφραση του ίδιου κειμένου από τα Αραβικά από τον Michael Skot (13^{ος} αιώνας) όπου το Αραβικό κείμενο αποδίδεται στον Αβερρόη. Εκεί στην μετάφραση από τα Αραβικά αναφέρει ότι οι κινήσεις γίνονται «**σύμφωνα** με τις αποστάσεις» ενώ στην μετάφραση από το Αρχαίο Ελληνικό κείμενο στην ίδια φράση αναφέρει «**ανάλογα** με τις αποστάσεις» Αυτή η διαφορά δεν υποδηλώνει κάποιο τυπογραφικό ή μεταφραστικό λάθος γιατί είναι γνωστό ότι ο Αβερρόης καταφέρεται ενάντια στην αυστηρή αναλογία που περιέχεται στο Ελληνικό κείμενο του *De caelo* υποστηρίζοντας ότι η αναφορά του Αριστοτέλη για την σύνδεση που υπάρχει ανάμεσα στην ταχύτητα ενός πλανήτη και την απόστασή του από το στερέωμα, δεν συνεπάγεται ότι υπάρχει κάποια σταθερή μαθηματική αναλογία μεταξύ τους. Ο Αβερρόης την εποχή που ο Κοπέρνικος σπούδαζε στην Ιταλία βρισκόταν στο επίκεντρο των συζητήσεων και οι απόψεις του καθώς και τα σχόλια που έκανε στο *De caelo* επηρέαζαν πολλούς φιλόσοφους. Όμως και ο Σιμπλίκιος ο οποίος έζησε τον 6^ο αιώνα ήδη διαφωνούσε με την αυστηρή αναλογικότητα και θεωρούσε ότι η σχέση των περιόδων με τις πλανητικές αποστάσεις μπορούσε να καθορισθεί μετρώντας τις αποστάσεις είτε από το στερέωμα είτε από την Γη.

Η ίδια αρχή σε ένα ηλιοκεντρικό περιβάλλον εμφανίζεται στο τμήμα που αναφέρεται στην πλανητική τάξη, στο *Commentariolus* του Κοπέρνικου όπου αναφέρει ότι: «Ένας πλανήτης προσπερνά έναν άλλο στην ταχύτητα της περιστροφής με τον ίδιο τρόπο δηλαδή διαγράφοντας είτε την μεγαλύτερη ή την μικρότερη περίμετρο του κύκλου στην περιφέρεια του οποίου κινείται» και σε ένα παράλληλο απόσπασμα στο ίδιο έργο, «Αλλά η σφαίρα του Κρόνου ολοκληρώνει μία περιστροφή στο 30^ο έτος η σφαίρα του Δία στο 12^ο και η σφαίρα του Άρη στον 23^ο μήνα (ή 29^ο όπως διορθώθηκε από τον Swerdlow) με τέτοιο τρόπο σαν να επιβραδυνόταν η περιστροφή από το μέγεθος των σφαιρών.

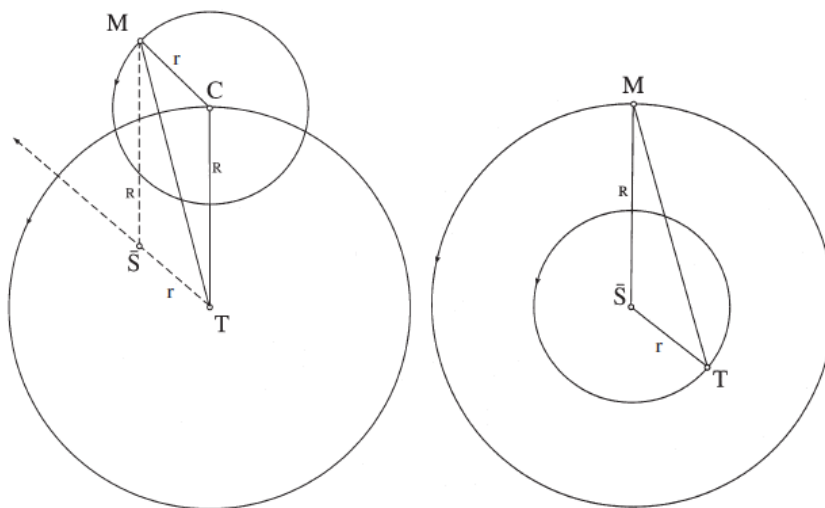
Σύμφωνα με τον Swerdlow (1973) αναφέρει ο Goldstein, αυτό θα μπορούσε να υποδηλώσει ότι ο Κοπέρνικος αφού μέσω της ηλιοκεντρικής θεωρίας καθόρισε την πλανητική τάξη και τις αποστάσεις με βεβαιότητα, στη συνέχεια προσπάθησε να ανακαλύψει κάποια αναλογία μεταξύ απόστασης και περιόδου και αφού απέτυχε να το

κατορθώσει, εξέτασε την πιθανότητα η επιβράδυνση των πλανητικών κινήσεων να οφειλόταν στις διαφορές του μεγέθους τους. Δεν αναφέρεται κάτι τέτοιο βέβαια στο *De Revolutionibus*. Υποθέτει ο Swerdlow, ότι το μέγεθος εδώ δεν αφορά την μάζα, αλλά περισσότερο την περιφέρεια της σφαίρας και ότι ο Κοπέρνικος εδώ υπονοούσε την σχέση απόστασης περιόδου σύμφωνα με την οποία όσο μακρύτερα βρίσκεται ο πλανήτης από το κέντρο της κίνησης, τόσο μεγαλύτερη είναι η περιόδός του. Ολοκληρώνοντας ο Goldstein, εξάγει το συμπέρασμα ότι είναι πιθανόν ο Κοπέρνικος την σχέση απόστασης – περιόδου των πλανητών να την διαμόρφωσε από τους σχολιαστές του Αριστοτέλη.

Ο Κοπέρνικος υπαινίσσεται επίσης ότι εάν οι γραμμικές ταχύτητες των πλανητών είναι ίσες, τότε ο μακρύτερα ευρισκόμενος από το κέντρο της κίνησης πλανήτης έχει την μεγαλύτερη περίοδο και αυτό το συνάγει από την Οπτική του Ευκλείδη. Αυτό, υποστηρίζει ο Goldstein, είναι ασύμβατο με το σύστημα του Κοπέρνικου στο οποίο οι αποστάσεις καθορίζονται από τον μετασχηματισμό των Πτολεμαϊκών μοντέλων, αφού για έναν εξωτερικό πλανήτη η ακτίνα του επίκυκλου αντιστοιχεί στην ακτίνα της Γήινης τροχιάς ενώ για έναν εσωτερικό πλανήτη η ακτίνα του φέροντος κύκλου αντιστοιχεί στην ακτίνα της τροχιάς της Γης. Στα παρακάτω σχήματα φαίνονται καθαρά τα παραπάνω τόσο για έναν εξωτερικό πλανήτη όσο και για έναν εσωτερικό.



Εικ. 1. Γεωκεντρικό μοντέλο για εσωτ. πλανήτη Εικ. 2 Ηλιοκεντρικό μοντέλο για εσωτ. πλανήτη



Εικ.3.Γεωκεντρικό μοντέλο για εξωτ. Πλανήτη Εικ. 4 Ηλιοκεντρικό μοντέλο για εξωτ. πλανήτη

Στα μοντέλα που περιγράφουν τα σχήματα, θεωρείται ότι οι κινήσεις γίνονται στο ίδιο επίπεδο και ότι οι πλανήτες δεν έχουν εκκεντρότητα. Στην εικ.1 που περιγράφει το γεωκεντρικό μοντέλο για έναν εσωτερικό πλανήτη, με T συμβολίζεται η Γη με V ο πλανήτης και S είναι η κατεύθυνση προς την οποία βρίσκεται ο μέσος Ήλιος. Οι κατευθύνσεις της περιστροφής του πλανήτη πάνω στον επίκυκλο κέντρου C και ακτίνας r και του κέντρου C του επικύκλου στον φέροντα κύκλο με κέντρο την Γη και ακτίνα R φαίνονται με τα βέλη πάνω στους κύκλους. Ο μετασχηματισμός αυτού του μοντέλου στο Ηλιοκεντρικό σύστημα, φαίνεται στην εικ.2 όπου το C πλέον ταυτίζεται με το S δηλαδή τον μέσο Ήλιο που βρίσκεται στο κέντρο της κίνησης του πλανήτη V, αλλά και της Γης που και εδώ συμβολίζεται με το T. Ας σημειωθεί ότι r είναι τώρα η ακτίνα της τροχιάς του εσωτερικού πλανήτη και R είναι η ακτίνα της τροχιάς της Γης γύρω από τον μέσο Ήλιο και ο λόγος r/R μένει ανεπηρέαστος από τον μετασχηματισμό. Με παρόμοιο τρόπο περιγράφονται τα αντίστοιχα μοντέλα για έναν εξωτερικό πλανήτη στις εικ.3 και 4 όπου και εδώ φαίνεται ότι ο λόγος r/R δεν επηρεάζεται από τον μετασχηματισμό.

Σύμφωνα με τον Goldstein ο Κοπέρνικος περιέγραψε την Πτολεμαϊκή άποψη των ομόκεντρων σφαιρών μόνο για το διάστημα μεταξύ της Σελήνης και του Ήλιου. Η μέγιστη απόσταση μεταξύ της Γης και της Σελήνης όπως αναφέρεται στην Αλμαγέστη αλλά και αλλού υπολογίζεται σε 64,10 γήινες ακτίνες και ελάχιστη απόσταση του Ήλιου από την Γη σε 1160 γήινες ακτίνες σύμφωνα με την *Αποτύπωση* του Πρόκλου. Ο Κοπέρνικος απέρριψε τους παραπάνω υπολογισμούς γιατί δεν συμφωνούσαν με την

σχέση μεταξύ απόστασης και περιόδου. Θα μπορούσε κάποιος να σημειώσει ότι ο Κοπέρνικος απέδωσε στον Πλάτωνα την άποψη ότι η τροχιά του Ήλιου ήταν πλησιέστερα στην Γη από τις τροχιές του Ερμή και της Αφροδίτης. Ο Κοπέρνικος απέρριψε αυτήν την υπόθεση γιατί θεώρησε ότι είναι ασύμβατη με την θεωρία των ομόκεντρων σφαιρών αφού αφήνει πολύ άδειο διάστημα ανάμεσα στις τροχιές Ήλιου και Σελήνης. Όμοια απέρριψε την άποψη του Al-bitruji, Άραβα αστρονόμου του 12ου αιώνα γνωστού στην Δύση ως Alpetragius, ο οποίος τοποθέτησε την τροχιά της Αφροδίτης πάνω από τον Ήλιο και την τροχιά του Ερμή εντός της Ηλιακής τροχιάς.

Συνοψίζοντας ο Goldstein καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η πρώτη αναφορά του Κοπέρνικου στο Ηλιοκεντρικό σύστημα ήταν μία απάντηση σε ένα ερώτημα που απασχόλησε την φιλοσοφική κοινότητα την εποχή των σπουδών του στα πανεπιστήμια στην Ιταλία γύρω στα 1500. Ο Κοπέρνικος ξεκίνησε απορρίπτοντας τις ομόκεντρες σφαίρες του Πτολεμαίου υποστηρίζοντας ότι ήταν ασύμβατες με την σχέση απόστασης, περιόδου που θεωρούσε ως κατάλληλη βάση για τον καθορισμό των πλανητικών τροχιών από το κέντρο της κίνησης. Οι περίοδοι της περιστροφής των πλανητών γύρω από τον Ήλιο είναι συμβατές με αυτήν την σχέση ενώ αντίθετα αυτό δεν ισχύει, αν θεωρηθεί κέντρο της κίνησης η Γη.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Αν και έχουν περάσει 450 και πλέον χρόνια από την πρώτη δημοσίευση του *De Revolutionibus Orbium Celestium*, υπάρχουν ερωτήματα τα οποία απασχολούν τους ιστορικούς και τους φιλοσόφους της επιστήμης γύρω από τον τρόπο σκέψης, τις αιτίες, και τα εσωτερικά κίνητρα που κινητοποίησαν την Κοπερνίκια διανοητική διαδικασία μέσα στο Ευρωπαϊκό περιβάλλον του 16^{ου} αιώνα. Το πώς αυτή η πρωτότυπη επιστημονική γνώση, κατόρθωσε να ορθώσει το ανάστημά της, να αντιμετωπίσει τις παγιωμένες θεωρίες του παρελθόντος και να ξεπεράσει τα όρια που είχαν καθορίσει οι αρχαίες αυθεντίες, η εκκλησιαστική εξουσία, και το κατεστημένο των πανεπιστημίων, αποτελεί ακόμη αντικείμενο έρευνας. Ήταν εξαιρετικά δύσκολο στην Ευρώπη της εποχής του Κοπέρνικου όπου η ουράνια τάξη ήταν απόλυτα συντονισμένη με τις Γήινες εξουσίες, να γίνει εύκολα αποδεκτή η Κοπερνίκια ηλιοκεντρική θεωρία. Ακόμη και αν έδινε πειστικές ή πιο πειστικές απαντήσεις από το Πτολεμαϊκό σύστημα και τον Αριστοτέλη, η νέα κοσμολογία, ανέτρεπε και επανακαθόριζε την ουράνια τάξη, ερχόμενη σε αντίθεση με κατεστημένες αρχές και ισχυρούς θεσμούς όπως η καθολική εκκλησία και τα προτεσταντικά δόγματα, από την στιγμή που στο θεολογικό και φιλοσοφικό τους σύστημα, η Γη εξοβελιζόταν από το κέντρο του κόσμου, που αποτελούσε το κέντρο της εγκόσμιας και θεικής εξουσίας και ήταν πλέον ένας πλανήτης σαν όλους τους άλλους. Ο Κοπέρνικος ήταν ένας ευφυής επιστήμονας, ένας αφοσιωμένος και αφιερωμένος στην μελέτη της αστρονομίας ειδικός.

Σύμφωνα με τον Thomas Khun, ο Κοπέρνικος, χρησιμοποίησε μαθηματικές μεθόδους όπως και οι αρχαίοι προκάτοχοί του, δίνοντας έμφαση στο μαθηματικό πρόβλημα των πλανητών με στόχο την κοσμολογική ερμηνεία. Για αυτόν οι μαθηματικές μέθοδοι είχαν προτεραιότητα επομένως, εστίασε κυρίως την προσοχή του στις μαθηματικές αρμονίες των ουρανών και αδιαφόρησε για την υπάρχουσες ασυμβατότητα μεταξύ μίας κινούμενης Γης και ενός κατά τα άλλα παραδοσιακού σύμπαντος. Εγκαινίασε μία επανάσταση στην αστρονομία και στην κοσμολογία και ο τρόπος με τον οποίο περιόρισε την παρατήρησή του, αποδείχθηκε λειτουργικός καθώς ο προβληματισμός για τις ασυμβατότητες που διαπίστωσε γύρω από τις αστρονομικές προβλέψεις, τον έκανε, στην προσπάθειά του να δώσει λύση, να εισαγάγει την κοσμολογική «παραφωνία» που αποτελούσε για την εποχή του η κίνηση της Γης.

Όσον αφορά τα αρχικά κίνητρα του Κοπέρνικου και την πιθανή σχέση που μπορεί να έχουν με την αστρολογία και τις αστρολογικές προβλέψεις, είναι κάτι που δεν μπορεί να

επιβεβαιωθεί από τις μέχρι στιγμής υπάρχουσες πηγές. Επίσης όμως, όπως αναφέρει ο Robert Westman, δεν μπορεί και να αποκλειστεί, καθώς στο Ευρωπαϊκό περιβάλλον του 16^{ου} αιώνα η αστρολογία ήταν μία δραστηριότητα αποδεκτή και αρκετά διαδεδομένη στην κοινωνία επομένως, ανεξάρτητα από τις πολεμικές εναντίον της τόσο από τον Pico de la Mirandola, όσο και αργότερα από τα θρησκευτικά δόγματα, δεν ήταν απίθανο κάποιος που μελετούσε την ουράνια τάξη, να είχε στρέψει την προσοχή του σ' αυτήν και να είχε δεχθεί κάποιες επιδράσεις. Παραμένει βέβαια το γεγονός ότι ο ίδιος, δεν είχε χαράξει μία συγκεκριμένη θέση απέναντι στην αστρολογία αποφεύγοντας οποιαδήποτε αναφορά σε αυτήν.

Οι αστρονόμοι του 16^{ου} αιώνα, και μεταξύ αυτών ο Κοπέρνικος, αν κάνουμε χρήση των όρων Ρεαλισμός και Εργαλειοκρατία, μπορούν να χαρακτηρισθούν Ρεαλιστές, των οποίων οι απόψεις δεν ανταποκρίνονταν στην πραγματικότητα. Η άποψή τους ήταν Ρεαλιστική με την έννοια ότι η ανακάλυψη ενός ολοκληρωμένου πλανητικού συστήματος παραμένει το ιδανικό. Όμως αν και η αστρονομία που παρήγαγαν, αν και αποδίδει ως ένα σημείο αρκετά κατανοητά αποτελέσματα εν τούτοις, η γνώση την οποία προσφέρει δεν είναι πλήρως αιτιολογημένη. Η αδυναμία του γήινου παρατηρητή του 16^{ου} αιώνα να αντιληφθεί την αληθινή ουράνια τάξη, τον ώθησε να επινοήσει νοητά μαθηματικά κοσμολογικά μοντέλα που λειτουργούν, κάνουν επιτυχημένες προβλέψεις, και είναι εύκολο να γίνουν κατανοητά, υποβοηθούμενα από αντίστοιχες θεωρητικές προσεγγίσεις. Τα αποτελέσματα των μελετών του 16 αιώνα γύρω από τα επιτεύγματα της αστρονομίας φαίνονται Εργαλειοκρατικά όπως προαναφέρθηκε, μόνο αν απομονωθούν από το θεωρητικό περιβάλλον από το οποίο προήλθαν και το οποίο υπηρέτησαν τόσο στην αστρονομία όσο και στις άλλες επιστήμες.

Ο Κοπέρνικος κάνει αναφορά στην συμμετρία και την αρμονία στο έργο του, έχοντας στο νου του όπως είναι φανερό, την αρχαία ερμηνεία και σημασία αυτών των όρων την οποία αναφέρει ο Βιτρούβιος, αποδεικνύοντας ότι είχε πολύ καλή γνώση του βαθύτερου νοήματος με το οποίο αυτές οι έννοιες χρησιμοποιούνταν στην αρχαιότητα, και έχοντας την πεποίθηση ότι θα έπρεπε να αποτελούν κύριο χαρακτηριστικό του σύμπαντος το οποίο εισήγαγε.

Τέλος στο 7^ο και τελευταίο κεφάλαιο, η σχέση που υπάρχει μεταξύ των αποστάσεων και των περιόδων περιστροφής των πλανητών, τίθεται υπό εξέταση, στο πλαίσιο μίας συνολικής ερμηνείας και εξήγησης από τον Goldstein, των βασικών μαθηματικών στοιχείων και παραμέτρων από τις οποίες απαρτίζεται η Ηλιοκεντρική θεωρία.

Ολοκληρώνοντας θα μπορούσαμε να προσθέσουμε ότι η ερμηνεία της Κοπερνίκιας σκέψης απαιτείται γνώση τεράστιου όγκου δεδομένων, τα οποία πρέπει να συνδυαστούν με τέτοιο τρόπο ώστε τα προκύπτοντα συμπεράσματα από τις διαφορετικές πηγές να συγκλίνουν.

Βιβλιογραφία

- 1) Barker Peter and Bernard Goldstein 1998, "Realism and Instrumentalism in Sixteenth Century Astronomy: A Reappraisal" *Perspectives on Science vol 6 no3* 232-257.
- 2) Barker Peter 2002, "Constructive Copernicus" *Perspectives on Science vol 10 no2* 208-227.
- 3) Goldstein Bernard and Giora Hon 2004, "Symmetry in Copernicus and Galileo". *Journal for the History of Astronomy* 35. 273-292.
- 4) Goldstein Bernard R. 2002. Copernicus and the Origins of His Heliocentric System. "*Journal for the History of Astronomy* 33. 219-235
- 5) Kuhn Thomas S. 1957, *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought*, Cambridge: Harvard University;Press.
- 6) Rosen Edward 1971, *Three Copernican Treatises: The "Commentariolus" of Copernicus, the "Letter against Werner," the "Narratio prima" of Rheticus*, University of Chicago Press
- 7) Swerdlow Noel M. 1973."The Derivation and First Draft of Copernicus's Planetary Theory: A Translation of the Comentariolus with Commentary." *Proceedings of the American Philosophical Society* 117:423-512
- 8) Swerdlow Noel M. and Neugebauer Otto 1984, *Mathematical Astronomy in Copernicus's De Revolutionibus*. New York - Berlin 43-48,294-5.
- 9) Swerdlow Noel M. 2012, "Copernicus and Astrology, with an Appendix of Translations of Primary Sources." *Perspectives on Science* 20:353-378
- 10) Westman Robert S. 1994, "Two Coultures or one?: A Second Look at Kuhn's The Copernican Revolution" *Isis* 85:79-115.
- 11) Westman Robert S. 2011, *The Copernican Question. Prognostication, Skepticism, and Celestial Order*. Berkeley: University of California Press.