

1. Τι είναι επιστήμη;

Ένας τρόπος να αντιμετωπίσει κανείς αυτό το ερώτημα είναι να σκεφτεί σε τι διαφέρουν τα ερωτήματα που θέτει η επιστήμη από τα ερωτήματα, που θέτουν άλλες περιοχές αναζήτησης; Σε αυτό το σημείο μπορούμε να κάνουμε τις εξής διακρίσεις:

η μία είναι ανάμεσα στην επιστήμη και την ψευδο-επιστήμη και η άλλη είναι

η ανάμεσα στην επιστήμη και την μη-επιστήμη.

Όταν λέμε ψευδο-επιστήμη εννοούμε αντικείμενα μελέτης, τα οποία μοιάζουν αρκετά με την επιστήμη αλλά στην πραγματικότητα δεν είναι επιστήμη. Ένα καλό παράδειγμα είναι η αστρολογία. Η αστρονομία είναι επιστήμη ενώ η αστρολογία δεν είναι. Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι η ψευδο-επιστήμη δεν είναι επιστήμη, όμως εμφανίζεται σαν επιστήμη. Το παράδειγμα της αστρολογίας είναι ανώδυνο αλλά τι θα έλεγε κανείς για άλλα αντικείμενα τα οποία διδάσκονται στα πανεπιστήμια όπως το management, η ψυχολογία, ή η ψυχάνάλυση.

Η μη-επιστήμη περιλαμβάνει αντικείμενα αναζήτησης, τα οποία δεν παρουσιάζονται σαν επιστημονικά, παρ' όλα αυτά έχουν λόγο ύπαρξης. Ένα παράδειγμα είναι η Λογοτεχνική Θεωρία (Literary Theory: ένα σύνολο από ιδέες και μεθόδους, τις οποίες χρησιμοποιούμε στην μελέτη της λογοτεχνίας. Ο όρος δεν αναφέρεται στην ίδια τη λογοτεχνία αλλά στις θεωρίες που χρησιμοποιούμε για να μελετήσουμε τα λογοτεχνικά κείμενα. Η λογοτεχνική θεωρία είναι μία περιγραφή των βασικών αρχών και εργαλείων με τα οποία προσπαθούμε να κατανοήσουμε τη λογοτεχνία).

2. Ο επιστημονικός ρελατιβισμός

Παραδόξως οι δραστηριότητες των αστρονόμων και των αστρολόγων μοιάζουν πολύ μεταξύ τους:

Ασχολούνται με τα ουράνια σώματα, συγκεντρώνουν στοιχεία για τις κινήσεις τους

και οι δύο κάνουν προβλέψεις.

Το ιστορικό επεισόδιο που ακολουθεί συνέβη σε μία περίοδο κατά την οποία όπως λέμε έγινε μία «επιστημονική επανάσταση». Ήταν μία περίοδος που οδήγησε σε πολλές από τις επιστημονικές ανακαλύψεις από τις οποίες ωφελούμαστε σήμερα. Το περιστατικό αφορά την δίκη του Γαλιλαίου. Ο Γαλιλαίος, στα χρόνια εκείνα, χρησιμοποιούσε για τις παρατηρήσεις που έκανε, μια πολύ ατελή τεχνολογία. Το τηλεσκόπιο βρισκόταν στα πρώτα του βήματα και με αυτό έκανε τις παρατηρήσεις του στον ουρανό. Ο Γαλιλαίος στηρίχθηκε σε ένα νέο είδος παρατήρησης που γινόταν με την χρήση τηλεσκοπίων, προκειμένου να διατυπώσει το επιχείρημα ότι η γη γυρίζει γύρω από τον ήλιο και όχι αντίθετα. Η άποψη αυτή του Γαλιλαίου ήταν σε αντίθεση με την κυρίαρχη άποψη των ημερών του. Την αποδεκτή άποψη την έκφραζε και την υπερασπιζόταν η επίσημη εκκλησία. Για αυτό το λόγο ο Γαλιλαίος ήρθε σε σύγκρουση με την Καθολική Εκκλησία και παραπέμφθηκε σε δίκη. Κατηγορούμενος ήταν ο καρδινάλιος [Bellarmine](#).

Αυτό που έχει ενδιαφέρον είναι ότι ο Γαλιλαίος και ο Bellarmine είχαν πολύ διαφορετικές αντιλήψεις σχετικά με το τι αποτελούσε αποδεικτικό στοιχείο σχετικά πρόβλημα της δομής του ηλιακού συστήματος. Ο Γαλιλαίος πίστευε ότι τα τεκμήρια που είναι σχετικά με το ερώτημα, δεν μπορούσαν να είναι άλλα από αυτά των παρατηρήσεων. Προφανώς οι παρατηρήσεις που έκανε μέσω του τηλεσκοπίου όχι μόνο ήταν σχετικές αλλά και ιδιαίτερα χρήσιμες. Σε αντίθεση με τον Γαλιλαίο, ο Bellarmine πίστευε ότι το μόνο τεκμήριο, που είναι

σχετικό με το ερώτημα, ήταν η Αγία Γραφή. Όπως έλεγε, υπήρχαν θρησκευτικά κείμενα τα οποία υποστήριζαν το γεωκεντρικό σύστημα κατά συνέπεια όποιος ήθελε να αποδείξει έπρεπε να τις αναζητήσει σε αυτά. Ο Γαλιλαίος και ο Bellarmine είχαν διαφορετική αντίληψη σχετικά με το τι μετράει σαν αποδεικτικό στοιχείο. Ο Bellarmine δεν ισχυριζόταν ότι τα αποδεικτικά στοιχεία, που προσκόμιζε ο Γαλιλαίος δεν είχαν σχέση με την ερώτηση. Αντίθετα, ανέφερε πως όταν η τεχνολογία του τηλεσκοπίου γινόταν καλύτερη τότε θα γίνονταν καλύτερες παρατηρήσεις. Ο Bellarmine δεν απέρριπτε τα αποδεικτικά στοιχεία του Γαλιλαίου ούτε ισχυρίζεται ότι τα αποδεικτικά στοιχεία, που προέρχονταν από την Αγία Γραφή είναι ανώτερα γιατί ήταν ο λόγος του Θεού. Πίστευε όμως, ότι τα αποδεικτικά στοιχεία της Βίβλου ήταν πιο σχετικά με το ερώτημα σε σύγκριση με τα αποδεικτικά στοιχεία του Γαλιλαίου. Αυτή είναι μία βασική αντιπαράθεση και είναι παρούσα σε όλη την περίοδο της «επιστημονικής επανάστασης». Λέγεται, ότι ο Γαλιλαίος πρότεινε στον Bellarmine να κοιτάξει μέσα από το τηλεσκόπιο του, αλλά ο Bellarmine αρνήθηκε λέγοντας δεν χρειάζεται να κοιτάξω στο τηλεσκόπιο σου αυτό που χρειάζεται να κάνω είναι να διαβάσω τη Βίβλο. Υπήρχε όμως και ένας ακόμα λόγος για τον οποίο ο Bellarmine αρνήθηκε να κοιτάξει μέσα από το τηλεσκόπιο του Γαλιλαίου. Το τηλεσκόπιο ήταν ένα καινούργιο όργανο. Τον καιρό εκείνο ο κόσμος δεν ήταν εξοικειωμένος με τη χρήση του κατά συνέπεια αυτό που θα έβλεπε κάποιος με μία μόνο παρατήρηση, δύσκολα θα τον οδηγούσε σε ασφαλή κρίση προκειμένου να δεχτεί τη μία ή την άλλη θεωρία. Αντίθετα, ο Γαλιλαίος χρησιμοποιούσε το τηλεσκόπιο συστηματικά και γνώριζε να κοιτάξει μέσα από αυτό. Ήξερε να εντοπίζει εκείνες τις εικόνες οι οποίες συνηγορούσαν υπέρ της άποψης του. Δεν ήταν όμως ίδια η περίπτωση ενός ανθρώπου που θα ερχόταν περιστασιακά σε επαφή με το νέο όργανο παρατήρησης.

Κατά συνέπεια δεν θα πρέπει να θεωρούμε τον Bellarmine έναν αμετάπειστο δογματικό, γιατί δεν απέρριπτε την αντίθετη άποψη. Αυτό όμως που είναι σημαντικό είναι ότι οι δυο τους είχαν διαφορετική αντίληψη σχετικά με το τι αποτελεί αποδεικτικό στοιχείο για το πρόβλημα που εξετάζουν. Γιατί όμως είναι σημαντικό το γεγονός ότι ο Bellarmine και ο Γαλιλαίος είχαν διαφορετική αντίληψη σχετικά με τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι σχετικά με το ερώτημα που τους απασχολούσε;

Ένας τρόπος για να το σκεφτεί κανείς την απάντηση είναι να μπει στη συζήτηση που αφορά τον επιστημονικό ρελατιβισμό (epistemic relativism). Ο επιστημονικός ρελατιβισμός αφορά το ερώτημα τι είναι αλήθεια. Οι ρελατιβιστές λένε: εσύ πιστεύεις ότι η εξήγηση Α είναι σωστή, εγώ πιστεύω ότι η εξήγηση Β είναι σωστή, αλλά και οι δύο έχουμε δίκιο. Αυτό όμως δεν είναι το χαρακτηριστικό της συζήτησης ανάμεσα στον Γαλιλαίο και τον Bellarmine. Πιστεύουν ότι έχουν αντιτιθέμενες απόψεις και προσπαθούν να λύσουν αυτή τη διαφορά. Προφανώς ο ένας έχει δίκιο και ο άλλος έχει άδικο. Το είδος του ρελατιβισμού σε αυτή την περίπτωση δεν αφορά το τι είναι αλήθεια, αλλά το ερώτημα τι αποτελεί τεκμήριο (epistemic relativism, επιστημονικός ρελατιβισμός). Η αντίληψη του Γαλιλαίου σχετικά με τα τεκμήρια, τα οποία είναι σχετικά με το ερώτημα που εξετάζουν, είναι εντελώς διαφορετική από αυτά του Bellarmine. Διαφέρουν δε με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην υπάρχει αντικειμενικός τρόπος να λύσουν τη μεταξύ τους διαφωνία. Δεν υπάρχει ένα ουδέτερο έδαφος, στο οποίο θα μπορούσαν να σταθούν και να κρίνουν τις δύο απόψεις. Ο Bellarmine πιστεύει ότι τα αποδεικτικά στοιχεία της Βίβλου είναι σχετικά με το θέμα της δομής του ηλιακού συστήματος, ενώ ο Γαλιλαίος πιστεύει ότι μόνο τα στοιχεία που προκύπτουν από τις παρατηρήσεις του, συμπεριλαμβανόμενων αυτών που κάνει με τηλεσκόπιο, είναι σχετικά. Αυτή είναι η πρόκληση του επιστημονικού ρελατιβισμού.

3. Επιστημονικός ρεαλισμός

Η άποψη που διαμορφώθηκε σε αντίθεση με τον επιστημονικό ρελατιβισμό είναι αυτό που θα μπορούσαμε να αποκαλέσουμε επιστημονικό ρεαλισμό. Όταν οι διάφοροι φιλόσοφοι μιλάνε για επιστημονικό ρεαλισμό αντιλαμβάνονται πολύ διαφορετικά πράγματα, αλλά χοντρικά, ο επιστημονικός ρεαλισμός ισχυρίζεται ότι αυτό που προσπαθεί να κάνει η επιστήμη είναι να μας δώσει αντικειμενικά στοιχεία τα οποία θα μπορέσουν να μας βοηθήσουν να εντοπίσουμε την αντικειμενική αλήθεια σχετικά με τον κόσμο που μας περιβάλλει. Η επιστημονική πρόοδος, κατά συνέπεια, δεν είναι τίποτα άλλο παρά η συγκέντρωση όλο και περισσότερων τεκμηρίων, τα οποία μας φέρνουν όλο και πιο κοντά στην αλήθεια σχετικά με τον κόσμο που μας περιβάλλει.

Ο επιστημονικός ρεαλισμός αντιτίθεται έντονα στον επιστημονικό ρελατιβισμό γιατί η κεντρική ιδέα πίσω από τον επιστημονικό ρεαλισμό είναι ότι έχουμε έναν αντικειμενικό τρόπο να συλλέγουμε τεκμήρια και με βάση αυτά, να διαλευκάνουμε τις περιπτώσεις των επιστημονικών διαφωνιών. Αυτός ο τρόπος διαλεύκανσης των επιστημονικών διαφωνιών περιλαμβάνει τη συγκέντρωση στοιχείων όπως αυτά που συγκέντρωνε ο Γαλιλαίος. Προφανώς δεν συμπεριλαμβάνει τη συγκέντρωση στοιχείων του τύπου που ενδιέφεραν τον Bellarmine.

4. Επιστημονική μέθοδος, Επαγωγή και απαγωγή

Εάν λοιπόν η επιστημονική μέθοδος είναι αντικειμενική, με την έννοια που περιεγράφηκε παραπάνω, τότε πρέπει να απαντήσουμε στο ερώτημα τι είναι η επιστημονική μέθοδος. Ποιο είναι το χαρακτηριστικό της επιστήμης και της επιστημονικής μεθόδου, που της δίνει την δυνατότητα να μας παρέχει αληθινές θεωρίες έτσι όπως ισχυρίζονται οι ρεαλιστές. Μία απάντηση σε αυτό το ερώτημα είναι ο επαγωγισμός ή αλλιώς η χρήση της επαγωγικής μεθόδου. Η επαγωγή (induction) αντιπαρατίθεται εδώ με την απαγωγή (deduction). Στον απαγωγικό συλλογισμό εάν η αφετηρία είναι σωστή τότε αναγκαστικά και το συμπέρασμα είναι αληθινό. Παράδειγμα:

Όλοι οι πλανήτες έχουν μάζα.

Ο Κρόνος είναι ένας πλανήτης. Άρα ο Κρόνος έχει μάζα.

Είναι προφανές πως, εάν η αφετηρία του απαγωγικού συλλογισμού είναι σωστή τότε δεν υπάρχει άλλη επιλογή παρά και το συμπέρασμα να είναι επίσης σωστό. Αντίθετα στον επαγωγικό συλλογισμό τα δεδομένα δεν οδηγούν κατ' ανάγκη στο συμπέρασμα, αλλά το κάνουν πάρα πολύ πιθανό. Για αυτό το λόγο η επαγωγή φαίνεται να είναι ένας καλός τρόπος για να βγάζει κανείς συμπεράσματα. Παράδειγμα:

Οι κύκνοι που έχω παρατηρήσει ως τώρα είναι όλοι λευκοί. Κατά συνέπεια όλοι οι κύκνοι είναι λευκοί. Ο συλλογισμός διατρέχει τον κίνδυνο κάπου κάποτε να βρούμε ένα μαύρο κύκνο. Επιστημονική πρόοδος είναι η ιδέα ότι η επιστήμη προοδεύει κάνοντας επαγωγικούς συλλογισμούς. Δηλαδή συγκεντρώνει ένα όγκο πληροφοριών και δεδομένων μέσα από παρατηρήσεις και μετά χρησιμοποιώντας αυτές τις πληροφορίες φτιάχνει γενικά συμπεράσματα τα οποία αφορούν τον κόσμο. Τα όποια συμπεράσματα βασίζονται σε αυτό το είδος συλλογισμού ενδέχεται κάποια στιγμή να αποδειχθούν λανθασμένα παρ' όλα αυτά ο επαγωγικός συλλογισμός είναι ένας ορθολογιστικός συλλογισμός.

Ένας φιλόσοφος που αντιτάχθηκε σθεναρά στον επαγωγισμό σαν χαρακτηριστικό της επιστημονικής μεθόδου ήταν ο Karl Popper. Ας δούμε κάτω από το πρίσμα του Popper το παράδειγμα της αστρολογίας. Οι αστρολόγοι ενδεχομένως κάνουν επαγωγικούς

συλλογισμούς κατά την ενασχόληση με το αντικείμενο τους. Μήπως αυτό σημαίνει ότι η αστρολογία είναι μία επιστημονική δραστηριότητα; Επειδή αυτό δεν συμβαίνει, είναι απαραίτητο να περιορίσουμε το τι είναι επιστημονική μέθοδος έτσι ώστε η περιγραφή μας να αποκλείει την αστρολογία. Σύμφωνα με τον Popper η επιστημονική μέθοδος είναι στην πραγματικότητα απαγωγική (deductive), όχι επαγωγική. Ο Popper πίστευε ότι οι επιστήμονες κάνουν παρατηρήσεις έτσι όπως λένε και οι επαγγελματίες, αλλά στη βάση αυτών των παρατηρήσεων διατυπώνουν ισχυρισμούς (conjecture=εικασία) σχετικά με το πώς είναι ο κόσμος. Στη συνέχεια ψάχνουν να απορρίψουν αυτούς τους ισχυρισμούς. Κάποιος παρατηρεί πολλούς κύκνους οι οποίοι είναι όλοι λευκοί. Με βάση αυτή την παρατήρηση διατυπώνει την εικασία ότι «όλοι οι κύκνοι είναι λευκοί». Η δουλειά του επιστήμονα είναι να πάει έξω και να προσπαθήσει να βρει αντιπαραδείγματα δηλαδή να βρει έναν μαύρο κύκνο ο οποίος θα απορρίψει την εικασία που διατυπώθηκε. Όταν απορρίπτεται ένας ισχυρισμός με αυτό τον τρόπο ο τύπος του συλλογισμού είναι στην ουσία απαγωγή (deduction). Η δουλειά της επιστήμης είναι να φτιάχνει τέτοιες εικασίες και να τις διατυπώνει με πολύ σαφή τρόπο έτσι ώστε να είναι απόλυτα σαφές ποιο τεκμήριο θα τις απορρίψει.

5. To save the phenomena

Η συζήτηση σχετικά με τον επιστημονικό ρεαλισμό και τον αντι-ρεαλισμό είναι μία από τις πιο ζωντανές συζητήσεις που γίνονται στη σύγχρονη φιλοσοφία της επιστήμης. Σε αντίθεση με άλλα ζητήματα που ενδιαφέρουν τη φιλοσοφία της επιστήμης και αφορούν π.χ. την βιολογία, την κοσμολογία ή την τεχνητή νοημοσύνη, η συζήτηση σχετικά με τις δύο προσεγγίσεις είναι μία πολύ ευρύτερη συζήτηση. Ουσιαστικά αφορά το σκοπό της επιστήμης και το τι θα πρέπει να περιμένει κανείς από αυτήν. Όλοι έχουμε κάποια ιδέα σχετικά με το τι είναι επιστήμη και κυρίως πώς έχει επίδραση στη ζωή μας αλλά. Η πρώτη άποψη θεωρεί ότι σκοπός της επιστήμης είναι να μας δώσει μία καλή περιγραφή και ανάλυση όλων των διαθέσιμων πειραματικών δεδομένων. Δηλαδή, αυτό που περιμένουμε από την επιστήμη είναι, το πολύ, να σώζει τα φαινόμενα (to save the phenomena). Σύμφωνα με τη δεύτερη προσέγγιση η επιστήμη μπορεί και τα καταφέρνει να κάνει κάτι περισσότερο από το να σώσει τα φαινόμενα. Μας δίνει μία αληθινή περιγραφή σχετικά αυτά που συμβαίνουν, εξηγεί ποιοι είναι οι μηχανισμοί που οδηγούν σε αυτά που παρατηρούμε και πώς συνδέονται οι παρατηρήσεις και οι θεωρίες που έχουμε για αυτές.

Πολύ συχνά η αληθινή ιστορία που αφηγείται η επιστήμη περιλαμβάνει την αναφορά σε οντότητες που δεν είναι παρατηρήσιμες με τις άμεσες αισθήσεις του ανθρώπου (unobservables). Τέτοιες είναι τα πρωτόνια, τα ηλεκτρόνια ή οι χημικοί δεσμοί. Ανάλογα με την θέση που παίρνει κανείς σε ότι αφορά την ύπαρξη αυτών των σωματιδίων τοποθετείται με την πλευρά του ρεαλισμού ή του αντι-ρεαλισμού. Μία φιλοσοφική συζήτηση δεν αποσκοπεί στο να δώσει μία τελική απάντηση και να μας πει ποια από τις δυο θεωρήσεις είναι σωστή και ποια είναι λάθος. Η συζήτηση αυτή δεν είναι ένα θέμα που ενδιαφέρει μόνο τη φιλοσοφία. Πρόκειται για ένα κεντρικό ζήτημα το οποίο έχει επηρεάσει σε πολύ μεγάλο βαθμό την επιστήμη, την τεχνολογία και την πολιτισμική μας ιστορία.

Η αστρονομία αποτελεί ένα από τα πιο παλιά εγχειρήματα του ανθρώπου. Η παρατήρηση των αστεριών και των πλανητών ήταν γνωστή σε αρχαίους πολιτισμούς για παράδειγμα στους Βαβυλώνιους. Τις παρατηρήσεις τους τις βρίσκουμε καταγεγραμμένες σε ιστορικές πηγές της εποχής. Στην αρχαία Ελλάδα αναπτύχθηκε ένα περίπλοκο αστρονομικό σύστημα, το οποίο εκφράστηκε με τον πιο τέλειο τρόπο του από τον Πτολεμαίο τον 2ο αιώνα μ.Χ. Στο Πτολεμαϊκό σύστημα οι πλανήτες κινούνται επάνω σε μεγάλες κρυστάλλινες σφαίρες. Αυτή ήταν η πιο απλή αστρονομική υπόθεση που θα μπορούσε να έχει γίνει. Η προσέγγιση αυτή

όμως, απαιτούσε κάποιες μικροδιορθώσεις έτσι ώστε να μπορούν να περιγράψουν διάφορα ανώμαλα φαινόμενα που παρατηρούνταν στον ουράνιο θόλο. Ένα από αυτά, που ήταν πολύ γνωστό ήδη στους Αρχαίους Έλληνες, ήταν η λεγόμενη ανάδρομη κίνηση των πλανητών. Κατά την διάρκεια ενός χρόνου οι πλανήτες συχνά φαίνονταν να κινούνται στον ουρανό ανάποδα, με τέτοιο τρόπο ώστε να φτιάχνουν μικρές κυκλικές τροχιές επάνω στο ουράνιο στερέωμα. Προκειμένου να εξηγήσει αυτές τις κυκλικές τροχιές, ο Πτολεμαίος υπέθεσε ότι κάθε πλανήτης κινείται επάνω σε έναν μικρό κύκλο, ο οποίος ονομαζόταν επικύκλιο (epicycle) και αυτός με τη σειρά μετατοπιζόταν επάνω σε έναν μεγαλύτερο κύκλο (deferent).

Όμως τόσο ο Πτολεμαίος όσο και οι υπόλοιποι αστρονόμοι της εποχής του, δεν πίστευαν ότι η περιγραφή της κίνησης των πλανητών μέσω της χρήσης κύκλων και επικυκλίων ήταν κατ' ανάγκη μια αληθινή περιγραφή των πλανητικών κινήσεων. Ήταν περισσότερο κάποια μαθηματικά τρικ και έξυπνες ιδέες οι οποίες μπορούσαν να εξασφαλίσουν την πρόβλεψη των πλανητικών κινήσεων στον ουρανό.

Ο Γάλλος φιλόσοφος Pierre Duhem στις αρχές του εικοστού αιώνα έγραψε ένα μικρό βιβλίο που ονομαζόταν «To save the Phenomena». Στο βιβλίο αυτό παρουσιάζει την ιστορία των φυσικών θεωριών από τον Πλάτωνα μέχρι τον Γαλιλαίο και αποκαλύπτει ότι το πνεύμα των αρχαίων Ελλήνων αστρονόμων ήταν να δώσουν μία περιγραφή η οποία θα ανταποκρίνεται στις παρατηρήσεις τους. Υπάρχουν αρκετές περιγραφές όπως του (Ο Σιμπλίκιος ήταν νεοπλατωνικός φιλόσοφος του 6ου αιώνα, μέλος της Πλατωνικής Ακαδημίας στην Αθήνα και σημαντικότερος σχολιαστής έργων του Αριστοτέλη. Προερχόμενος από την Κιλικία, σπούδασε στην Αλεξάνδρεια και στη Αθήνα) και ένα απόσπασμα από το έργο «Περί Ουρανού» του Αριστοτέλη, το οποίο δείχνει ότι ο στόχος των αρχαίων Ελλήνων ήταν να κάνουν περιγραφές οι οποίες θα ταίριαζαν καλά με τις αστρονομικές παρατηρήσεις. Σκοπός της αρχαίας αστρονομίας δεν ήταν να παρουσιάσει μία αληθινή περιγραφή σχετικά με την κίνηση των πλανητών αλλά να κατασκευάσει ένα σύνολο από υποθέσεις και περιγραφές οι οποίες θα μας έλεγαν ή θα πρόβλεπαν αυτά που επρόκειτο να γίνουν στον ουρανό.

Το 1543 δημοσιεύτηκε το έργο του Κοπέρνικου «De Revolutionibus Orbium Coelestium». Το βιβλίο κυκλοφόρησε με εισαγωγικό σημείωμα, μία επιστολή στον τότε Πάπα-Παύλο. Σε αυτήν ο Κοπέρνικος, με μεγάλη ταπεινοφροσύνη, παρουσιάζει την θεωρία του «σαν μία ακόμα υπόθεση», η οποία περιγράφει τις παρατηρήσεις του. Και συνεχίζει γράφοντας: άρχισα να σκέφτομαι ότι η κίνηση της γης έμοιαζε να είναι μία αυθαίρετη σκέψη. Από την άλλη πλευρά ήξερα ότι αυτοί που προηγήθηκαν από μένα είχαν όλη την ελευθερία να φανταστούν κάθε είδους εξωπραγματικούς κύκλους έτσι ώστε να μπορούν να αναπαράγουν την κίνηση των Ουράνιων σωμάτων έτσι λοιπόν σκέφτηκα ότι θα μπορούσα και εγώ να έχω το δικαίωμα να δοκιμάσω μήπως προσθέτοντας μία κίνηση στη γη θα μου δινόταν η δυνατότητα να βρω πιο στέρεες αναπαραστάσεις των κινήσεων των ουράνιων σφαιρών από ότι αυτές που έκαναν αυτοί προηγήθηκαν από μένα. Ο Κοπέρνικος δεν έκρυψε ότι το ηλιοκεντρικό του σύστημα είχε μεγαλύτερο βαθμό βεβαιότητας από ότι οι εξωπραγματικές αναπαραστάσεις των προηγούμενων αστρονόμων.

Ο Κοπέρνικος πέθανε εκείνη τη χρονιά και το βιβλίο δημοσιεύθηκε με μία ανυπόγραφη εισαγωγή, την οποία είχε γράψει πολύ προσεκτικά ο Andrea Osiander, παρουσιάζοντας το έργο του Κοπέρνικου σαν μία ακόμα άσκηση στα πλαίσια της παράδοσης των περιγραφών που απέβλεπαν ίσα-ίσα να σώζουν τα φαινόμενα.

ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΡΟΛΟΓΟ ΤΟΥ ΟΣΙΑΝΔΕΡ ΣΤΗ ΓΡΗΓΟΡΙΑΝΗ ΜΕΤΑΡΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟΥ

Όταν τελικά δημοσιεύθηκε το βιβλίο στο οποίο ο Κοπέρνικος εξέθετε την αστρονομική θεωρία του περιείχε απόψεις σχετικά με τις υποθέσεις στις οποίες βασίζεται αυτή η θεωρία, οι οποίες ήταν τελείως αντίθετες με αυτές που φαίνεται ότι ενέπνευσαν τον Κοπέρνικο και τον Rheticus. Το βιβλίο αρχίζει με έναν ανυπόγραφο πρόλογο ο οποίος φέρει τον τίτλο: *Ad lectorem, de hypothesisibus hujus operis*. Ο πρόλογος αυτός αναφέρει τα εξής:

Εφόσον η καινοτομία της υπόθεσης που προτείνεται εδώ, σύμφωνα με την οποία η Γη κινείται και ο Ήλιος μένει ακίνητος στο κέντρο του σύμπαντος, έχει λάβει ήδη τόσο μεγάλη δημοσιότητα, δεν αμφιβάλλω ότι μερικοί λόγιοι έχουν θιγεί σφοδρά και θεωρούν ότι είναι κακό να αναστατώνει κανείς τους καθιερωμένους από πολλά χρόνια επιστημονικούς κλάδους. Εάν θέλουν, όμως, να σταθμίσουν προσεκτικά το θέμα, τότε θα διαπιστώσουν ότι ο συγγραφέας αυτού του έργου δεν έκανε τίποτε για το οποίο να πρέπει να επικριθεί.

Διότι το έργο του αστρονόμου συνίσταται στα ακόλουθα: Να συγκεντρώσει με επιδέξιο και προσεκτικό τρόπο το ιστορικό των ουράνιων κινήσεων με τη βοήθεια παρατηρήσεων και στη συνέχεια –επειδή με καμιά ακολουθία συλλογισμών δεν μπορεί να φθάσει στις αιτίες δηλ. στις αληθινές υποθέσεις αυτών των κινήσεων– να σκεφτεί και να επινοήσει όποιες

υποθέσεις θέλει, αλλά έτσι ώστε, άπαξ και τεθούν, να είναι δυνατόν να υπολογιστούν επακριβώς, με τη βοήθεια των αρχών της γεωμετρίας, οι ίδιες αυτές κινήσεις, τόσο στο παρελθόν όσο και στο μέλλον [...]. Δεν είναι ανάγκη οι υποθέσεις αυτές να είναι αληθείς. Δεν είναι ανάγκη να είναι καν αληθοφανείς. Το μόνο που χρειάζεται είναι το αποτέλεσμα του υπολογισμού στον οποίον καταλήγουν να συμφωνεί με τις παρατηρήσεις (*neque enim necesse est, eas hypotheses esse veras, imo ne verisimiles quidem, sed sufficit hoc unum, si calculum observationibus congruentem exhibeant*) [...]. Είναι προφανές ότι αυτή η επιστήμη αγνοεί παντελώς τις αιτίες των ανωμαλιών των φαινόμενων κινήσεων. Μηχανεύεται φανταστικές αιτίες τις οποίες, εν γένει, θεωρεί ότι τις γνωρίζει με βεβαιότητα. Ουδέποτε, όμως, τις μηχανεύεται προκειμένου να πείσει τον οποιοδήποτε ότι έτσι είναι η πραγματικότητα. Τις επινοεί αποκλειστικά και μόνον για να διεξαγάγει έναν ακριβή υπολογισμό. Μερικές φορές συμβαίνει να έχει κανείς στη διάθεσή του διαφορετικές υποθέσεις για να ερμηνεύσει μία και την αυτή κίνηση. Ο έκκεντρος και ο επίκυκλος στη θεωρία της κίνησης του Ηλίου είναι μια τέτοια περίπτωση. Σε αυτήν την περίπτωση, ο αστρονόμος θα επιλέξει κατά προτίμηση την υπόθεση που καταλαβαίνει πιο εύκολα, ενώ ο φιλόσοφος θα αναζητήσει ίσως με μεγαλύτερη προθυμία εκείνη που είναι πιο αληθοφανής. Ούτε ο ένας, όμως, ούτε ο άλλος μπορεί να διανοηθεί ή να εκφέρει την παραμικρή βεβαιότητα, εκτός αν είναι αποδέκτης κάποιας θεϊκής αποκάλυψης [...]. Κανείς επομένως να μην προσδοκά από την αστρονομία διδασκαλίες για αυτές τις υποθέσεις που είναι βέβαιες. Η αστρονομία δεν μπορεί να του τις δώσει. Να προσέχει να μην εκλαμβάνει ως αληθείς, παραδοχές που έγιναν για έναν σκοπό τελείως διαφορετικό, διότι υπάρχει ο κίνδυνος, αντί να αποκτήσει πρόσβαση στην αστρονομική επι-

Με μία τέτοια εισαγωγή, δεν προκαλεί εντύπωση το γεγονός ότι το έργο το βιβλίο του Κοπέρνικου δεν στοχοποιήθηκε από την εκκλησία όταν δημοσιεύτηκε αλλά 50 χρόνια αργότερα, όταν κάποιος άλλος τόλμησε να ανατρέψει την κρατούσα άποψη, που έλεγε ότι η αστρονομία δεν είχε άλλο σκοπό από το να σώζει τα φαινόμενα. Αυτός που τόλμησε να πει ότι το σύστημα του Κοπέρνικου περιέγραφε αυτό που πραγματικά συμβαίνει στον ουρανό ήταν ο Γαλιλαίος.

6. Ρεαλισμός και *saving the phenomena*

Επιστρέφοντας στη συζήτηση περί ρεαλισμού και αντί-ρεαλισμού, βλέπουμε ότι ο Γαλιλαίος ήταν αυτός που ισχυρίστηκε ότι σκοπός της επιστήμης δεν ήταν απλώς να σώσει τα φαινόμενα, αλλά να μας δώσει μία αληθινή περιγραφή σχετικά με τον κόσμο. Η άποψη αυτή είναι γνωστή στη φιλοσοφία της επιστήμης σαν επιστημονικός ρεαλισμός. Ο επιστημονικός ρεαλισμός λέει ότι ο σκοπός της επιστήμης είναι να μας δώσει αληθινές θεωρίες ή κατά προσέγγιση αληθινές θεωρίες. Υπάρχουν δύο πλευρές σε αυτόν τον ορισμό. Η πρώτη είναι η σημαντική πλευρά (*semantic aspect*) και έχει να κάνει με την γλώσσα της επιστήμης. Ουσιαστικά λέει ότι αν η θεωρία του Κοπέρνικου αναφέρεται σε κινούμενους πλανήτες, θα πρέπει να καταλαβαίνουμε ότι μιλάει για πραγματικά αντικείμενα του εξωτερικού κόσμου. Το ίδιο ισχύει και για άλλους θεωρητικούς όρους όπως τα ηλεκτρόνια, τα πρωτόνια και λουπά. Εάν έχουμε μία θεωρία η οποία μιλάει για ηλεκτρόνια θα πρέπει να καταλαβαίνουμε ότι ο όρος «ηλεκτρόνια» αναφέρεται σε κάποια σωματίδια τα οποία υπάρχουν εκεί έξω. Υπάρχει όμως και μία δεύτερη πλευρά που είναι η επιστημονική πλευρά (*epistemic aspect*). Όποτε αποδεχόμαστε μία επιστημονική θεωρία, πιστεύουμε ότι οτιδήποτε μας λέει σχετικά με τις θεωρητικές οντότητες (πλανήτες, ηλεκτρόνια κλπ.) είναι επίσης σωστό ή κατά προσέγγιση σωστό. Πρέπει να επισημάνουμε ότι ο Πτολεμαίος, ο Σιμπλίκιος και Οψανδερ δεν έβλεπαν την επιστήμη με τον ίδιο τρόπο. Χρειαζόμαστε λοιπόν ένα επιχείρημα για τους επιστημονικούς ισχυρισμούς και αυτό το επιχείρημα είναι γνωστό σαν το *no miracles argument*. Στην αρχική του μορφή διατυπώθηκε από τον Hillary Putnam και λέει ότι ο επιστημονικός ρεαλισμός είναι η μόνη φιλοσοφία, η οποία δεν θεωρεί τις επιτυχίες της επιστήμης σαν ένα θαύμα. Οι θεωρίες είναι κατά προσέγγιση αληθινές και αφορά και τις περιγραφές που μας παρέχει σχετικά με τις διάφορες οντότητες που επικαλούνται οι θεωρίες μας. Η μηχανική του Νεύτωνα αντικατέστησε τα Φυσικά του Αριστοτέλη, η αστρονομία του Κοπέρνικου αντικατέστησε την αστρονομία του Πτολεμαίου και η θεωρία της σχετικότητας την Νευτώνεια Μηχανική. Μία εν μέρει αληθής και εν μέρει αναληθής περιγραφή μιας οντότητας αντικαθίσταται από μία καλύτερη θεώρηση. Το επιχείρημα του Putnam λέει κάτι ακόμα: εάν αυτές οι οντότητες δεν υπάρχουν, εάν οι θεωρίες μας δεν μας δίνουν μία αληθινή ή τουλάχιστον μία κατά προσέγγιση αληθινή περιγραφή του κόσμου, τότε είναι ένα πραγματικό θαύμα πως έχουμε μία θεωρία όπως η Νευτώνεια Μηχανική, η οποία μιλάει για την βαρυτική έλξη και είναι τόσο πετυχημένη στο να προβλέπει τα φαινόμενα. Εάν η καμπυλότητα του χώρου δεν είναι αλήθεια, τότε είναι ένα θαύμα ότι η θεωρία του Αϊνστάιν κατορθώνει και εξηγεί ή προβλέπει φαινόμενα όπως το περιήλιο του Ερμή και ούτω καθεξής. Με άλλα λόγια κάποιος οφείλει να είναι επιστημονικά ρεαλιστής έτσι ώστε να μπορεί να ερμηνεύσει την απίστευτη επιτυχία της επιστήμης δια μέσου των αιώνων.

7. Κατασκευαστικός εμπειρισμός

Μία από τις εκφάνσεις του επιστημονικού αντί-ρεαλισμού είναι ο κατασκευαστικός εμπειρισμός (constructive empiricism). Διατυπώθηκε από τον Αμερικανό φιλόσοφο Bas van Fraassen το 1980 και θεωρείται μία σημαντική συνεισφορά στην μοντέρνα φιλοσοφία της επιστήμης. Η σημαντική διαφοροποίηση του κατασκευαστικού εμπειρισμού (ΚΕ) σε σύγκριση με άλλες σχολές του αντιρεαλισμού, είναι ότι συμφωνεί με τον επιστημονικό ρεαλισμό σε ότι αφορά την σημαντική πλευρά (semantic aspect) των επιστημονικών θεωριών.

Ο van Fraassen διευκρινίζει ότι:

στόχος της επιστήμης είναι να μας δώσει θεωρίες που είναι εμπειρικά επαρκείς. Μια θεωρία είναι αποδεκτή όταν εμπειρικά επαρκής δηλαδή «σώζει τα φαινόμενα». Παρά το γεγονός ότι ο κατασκευαστικός εμπειρισμός δεν έχει κερδίσει έναν μεγάλο αριθμό υποστηρικτών συνεχίζει να είναι μία προσέγγιση που ασκεί μεγάλη επιρροή στη φιλοσοφία της επιστήμης.

7.α Συμφωνία ΚΕ – επιστημονικού ρεαλισμού στην σημαντική πλευρά (semantic aspect)

Η γλώσσα της επιστήμης θα πρέπει να παίρνεται στα σοβαρά (at face value=τοίς μετρητοίς). Οι θεωρητικοί όροι που υπάρχουν μέσα στις θεωρίες όπως ηλεκτρόνια πρωτόνια και λοιπά, θα πρέπει να κατανοούνται σαν όροι οι οποίοι αναφέρονται σε υπαρκτά αντικείμενα του εξωτερικού κόσμου.

Η διαφορά εμφανίζεται στην επιστημονική πλευρά των θεωριών.

7.β Διαφωνία ΚΕ – επιστημονικού ρεαλισμού στην επιστημονική πλευρά (epistemic aspect):

Ο κατασκευαστικός εμπειρισμός υποστηρίζει ότι δεν είναι υποχρεωτικό να πιστεύουμε ότι οι θεωρίες είναι αληθινές προκειμένου να είναι καλές.

Το όνομα «κατασκευαστικός εμπειρισμός» δείχνει ότι ενυπάρχουν τα στοιχεία της «κατασκευής» και της «εμπειρίας». Το στοιχείο της «κατασκευής» στην επιστημονική δραστηριότητα αφορά τον τρόπο με τον οποίο κατασκευάζουμε τα επιστημονικά μοντέλα. Τα μοντέλα θεωρούνται επαρκείς προσεγγίσεις για την περιγραφή ενός φαινομένου. Η λέξη εμπειρισμός δίνει έμφαση στο γεγονός ότι πρόκειται για μία εμπειριστική θεώρηση, σύμφωνα με την οποία η γνώση μας περιορίζεται στα τεκμήρια τα οποία είναι διαθέσιμα στις αισθήσεις μας. Μόνο ότι μας λένε οι αισθήσεις μας είναι αξιόπιστο, ενώ ότι προέρχεται από καταγραφές μηχανημάτων και αφορά μη-παρατηρήσιμες οντότητες όπως ηλεκτρόνια πρωτόνια και λοιπά, δεν οφείλει να γίνεται πιστευτό.

Έτσι δημιουργείται το ερώτημα: τι είναι παρατηρήσιμο (observable) και τι μη παρατηρήσιμο (unobservable); Τι σημαίνει η άποψη των ΚΕ πως τα μοντέλα που κατασκευάζουμε θα πρέπει να ανταποκρίνονται στα τεκμήρια (evidence) που προέρχονται από τις αισθήσεις μας και πως τα μοντέλα δεν μας λένε κατά ανάγκη την αλήθεια για στιδήποτε σχετικό με μη-παρατηρήσιμες οντότητες;

Ας φέρουμε στο μυαλό μας ένα μέταλλο. Η μελέτη ενός μετάλλου μπορεί να αφορά παρατηρήσιμες ιδιότητες όπως για παράδειγμα η θερμοκρασία τήξης, η ελαστικότητα, η σκληρότητα ή η χημική δραστηριότητα. Υπάρχουν όμως και άλλες πλευρές ενός μετάλλου οι οποίες δεν είναι παρατηρήσιμες από το γυμνό ανθρώπινο μάτι. Ένα παράδειγμα είναι ο ατομικός αριθμός του μετάλλου. Ο ατομικός αριθμός ορίζεται σαν τον αριθμό των πρωτονίων του πυρήνα, έτσι ο ατομικός αριθμός ανήκει στις μη-παρατηρήσιμες ιδιότητες ενός μετάλλου γιατί δεν μπορούμε να παρατηρήσουμε τα πρωτόνια με γυμνό οφθαλμό.

Προκειμένου όμως να μελετήσουμε το άτομο ενός μετάλλου κατασκευάζουμε μοντέλα για αυτό. Δανειζόμαστε πληροφορίες από τα πειράματα της πυρηνικής φυσικής και φτιάχνουμε το μοντέλο του ατόμου του χαλκού να αποτελείται από 29 πρωτόνια και 34 ή 36 νετρόνια. Όμως ο ΚΕ ισχυρίζεται ότι δεν θα πρέπει να θεωρούμε ότι σκοπός της επιστήμης είναι να μας πει την αλήθεια σχετικά με το πλήθος των πρωτονίων και των νετρονίων. Ο ΚΕ παίρνει τους αριθμούς Z και A «τους μετρητοίς» αλλά δεν πιστεύει ότι οι θεωρίες που έχουμε για αυτά λένε την αλήθεια ούτε ότι λένε ψέματα. Είναι αγνωστικιστής.

Οι επιστημονικοί ρεαλιστές θεωρούν ότι ένας επιστημονικός γνωστικιστής (epistemic gnostic) καταλαβαίνει πραγματικά τον χαρακτήρα του επιστημονικού εγχειρήματος, ενώ ο επιστημονικός αγνωστικιστής δεν το καταλαβαίνει. Ο κατασκευαστικός εμπειριστής πιστεύει ότι ο επιστημονικός γνωστικιστής ενδέχεται να καταλαβαίνει ή να μην καταλαβαίνει το επιστημονικό εγχείρημα, αλλά υιοθετεί πεποιθήσεις οι οποίες πηγάζουν πέρα από αυτό που πραγματικά απαιτεί η επιστήμη για να προχωρήσει. (van Fraassen 1998, 213–214)

7.γ Εμπειρικά επαρκή μοντέλα

Τι σημαίνει η φράση: «τα μοντέλα είναι εμπειρικά επαρκή (empirically adequate) για τα τεκμήρια που έχουμε διαθέσιμα»; Σημαίνει ότι ο κατασκευαστικός εμπειριστής θεωρεί σκοπό της επιστήμης να μας παρέχει ένα μοντέλο το οποίο θα εξηγεί τις ιδιότητες εκείνες που παρατηρούνται με τις αισθήσεις. Φυσικά ο ΚΕ θα πει ότι δεν θα πρέπει να θεωρούμε ότι τα μοντέλα μπορούν να μας δώσουν την αλήθεια σχετικά με τις μη παρατηρήσιμες ιδιότητες δηλαδή για τα άτομα, τους χημικούς δεσμούς κλπ., όπως ισχυρίζονται οι επιστημονικοί ρεαλιστές. Το μόνο που πρέπει να κάνουν τα μοντέλα είναι να είναι επαρκή σε ότι αφορά τα φαινόμενα που παρατηρούνται με τις αισθήσεις. Τα μοντέλα είναι χρήσιμα προκειμένου να κάνουμε υπολογισμούς και προβλέψεις αλλά δεν υποχρεωτικό να μας λένε την αλήθεια. Ο ΚΕ θεωρεί ότι μία επιστημονική θεωρία δεν χρειάζεται να λείπει την αλήθεια προκειμένου να είναι καλό. Το μόνο που χρειάζεται να κάνει, είναι να είναι εμπειρικά επαρκής δηλαδή να σώζει τα φαινόμενα. Η άποψη αυτή βρίσκεται σε συμφωνία με την άποψη που είχαν οι αρχαίοι Έλληνες σχετικά με την αστρονομία. Υπάρχουν όμως και σημαντικές διαφορές: ο Πτολεμαίος, για παράδειγμα, θεωρούσε ότι ο στόχος της αστρονομίας ήταν να «σώζει τα φαινόμενα» γιατί πίστευε ότι η ανθρώπινη γνώση δεν μπορεί να ανταγωνιστεί τη θεία γνώση που βρίσκεται πίσω από αυτά που παρατηρούμε στους ουρανούς.

Μετά τον Γαλιλαίο αυτή η άποψη είχε χάσει την αξιοπιστία της. Οι αντι-ρεαλιστές επιμένουν να ισχυρίζονται ότι στόχος της επιστήμης δεν είναι η διατύπωση αληθινών θεωριών, αλλά η εμπειρική επάρκεια τους. Αυτή τους η θέση δεν σχετίζεται με κάποια διάκριση ανάμεσα στην ανθρώπινη και την θεϊκή γνώση. Αντίθετα έχει να κάνει με τις πολύ βασικές δεσμεύσεις (metaphysical commitments) που έχει κάποιος σχετικά με τις επιστημονικές θεωρίες.

Ένας παράγοντας που παίζει σημαντικό ρόλο σε αυτή τη φιλοσοφική διαμάχη είναι η εξιδανικευμένη και αφηρημένη φύση των επιστημονικών μοντέλων που κατασκευάζουμε. Μετά το 1980 περίπου όλο και περισσότεροι φιλόσοφοι της επιστήμης εστιάζουν την προσοχή τους σε αυτό το χαρακτηριστικό των μοντέλων, πως παρά το γεγονός ότι τα μοντέλα καταφέρνουν να εξηγήσουν αυτά που παρατηρούμε δεν μας δίνουν μία αληθινή εικόνα για το τι συμβαίνει στον κόσμο. Δηλαδή, τα μοντέλα έχουν περισσότερο την αξία ενός εργαλείου. Για παράδειγμα η διπλή έλικα του μοντέλου το DNA είναι μία πολύ εξιδανικευμένη αναπαράσταση σε σύγκριση με το απίστευτα περίπλοκο κυτταρικό περιβάλλον μέσα στο οποίο συναντάμε τα πραγματικά μόρια του DNA. Τα άτομα των μορίων του DNA αναπαριστώνται σαν σφαίρες σε διαφορετικά χρώματα. Ακόμα και αυτή η δεξιόστροφη η

αριστερόστροφη αναπαράσταση της έλικας του DNA αποτελεί μία εξιδανίκευση. Κατά συνέπεια τα μοντέλα μπορεί να είναι πολύ χρήσιμα σαν εργαλεία που παρέχουν πληροφόρηση και διευκολύνουν την εξήγηση, όμως δεν θα πρέπει να θεωρούμε ότι μας δίνουν μία σωστή εικόνα του πραγματικού συστήματος που μελετάμε. Ο κατασκευαστικός εμπειριστής επιμένει ότι η επιλογή του να είναι αγνωστικιστής σε ότι αφορά τις μη παρατηρήσιμες Unobservable οντότητες που περιλαμβάνουν οι θεωρίες, δεν αποτελεί εμπόδιο στο να είναι το ίδιο καλός σαν επιστήμονας όσο και ένας επιστημονικός ρεαλιστής. Με άλλα λόγια δεν είναι υποχρεωτικό να πιστεύει κανείς στην αλήθεια των θεωριών προκειμένου να μπορεί να τις χρησιμοποιεί στην έρευνά του, να τις αναπτύσσει και λοιπά.

Σε ότι αφορά το επιχείρημα no miracles ο κατασκευαστικός εμπειριστής απαντά ότι η μεγάλη επιτυχία των θεωριών μας είναι το αποτέλεσμα μιας διαπάλης ανάμεσα στις θεωρίες, η οποία συμβαίνει εδώ και αιώνες. Οι καλύτερες θεωρίες που συναντάμε στην επιστήμη σήμερα είναι αυτές, που έχουν κατορθώσει να επιβιώσουν μέσα από τους αιώνες και να προσαρμοστούν στα νέα πειραματικά δεδομένα. Είναι οι θεωρίες εκείνες οι οποίες έχουν αποδείξει ότι μπορούν να «σώζουν τα φαινόμενα» μέσα στα χρόνια χωρίς απαραίτητα να είναι αληθινές. Με άλλα λόγια, ο κατασκευαστικός εμπειριστής απαντά στο no-miracles argument προσφεύγοντας σε ένα επιχείρημα που θυμίζει την εφαρμογή της θεωρίας του Δαρβίνου στον κόσμο των θεωριών. Φυσικά, όταν μιλάει για επιτυχημένες θεωρίες εννοεί θεωρίες που είναι εμπειρικά επαρκείς και όχι κατ' ανάγκη αληθείς. Ο κατασκευαστικός εμπειριστής θα επιμένει ότι ο επιστημονικός ρεαλισμός συνεπάγεται ένα μεγάλο ρίσκο και τούτο γιατί ο ρεαλιστής θεωρεί ότι η θεωρίες είναι αληθινές. Πώς μπορεί ο ρεαλιστής να ναι βέβαιος ότι οι μη παρατηρήσιμες οντότητες που σήμερα θεωρεί αληθινές δεν θα αποδεχθούν να είναι σαν τις μη παρατηρήσιμες οντότητες που πίστευαν οι άνθρωποι πριν από 100 χρόνια (αιθέρας) και τελικά αποδείχθηκε ότι δεν υπήρχαν; Γιατί θα πρέπει οι επιστήμονες να φορτώνονται το ρίσκο της αλήθειας των θεωριών, όταν υπάρχει το ενδεχόμενο μετά από μερικά χρόνια τα ηλεκτρόνια, τα νετρόνια και τα μόρια του DNA να αποδειχθούν κάτι σαν τη θεωρία του φλογιστού ή την [καλορική](#) θεωρία; Μήπως οι επιστημονικοί ρεαλιστές θα πρέπει να εγκαταλείψουν της βαθιές τους πεποιθήσεις σχετικά με την αλήθεια των επιστημονικών θεωριών και να στραφούν στον κατασκευαστικό εμπειρισμό; Το επιχείρημα του κατασκευαστικού εμπειρισμού δεν φαίνεται και τόσο εντυπωσιακό σε ένα ρεαλιστή, ο οποίος θα μπορούσε να απαντήσει τα εξής:

1. Οι θεωρίες που επιβίωσαν κατάφεραν να επιβιώσουν ακριβώς επειδή λένε την αλήθεια. Επειδή οι οντότητες που περιέχονται στις περιγραφές τους είναι αληθινές και επειδή όσα αναφέρουν οι θεωρίες για αυτές τις οντότητες είναι αλήθεια ή κατά προσέγγιση αλήθεια. Αντίθετα οι θεωρίες εκείνες που δεν επιβίωσαν είναι οι θεωρίες που απέτυχαν γιατί ήταν λανθασμένες όπως για παράδειγμα η θεωρία του αιθέρα, του φλογιστού του ή η καλορική θεωρία.

2. Η δεύτερη απάντηση αφορά τη διάκριση που κάνει ο van Fraassen ανάμεσα στις παρατηρήσιμες και μη-παρατηρήσιμες (observables, unobservables) οντότητες. Η διάκριση αυτή έχει απασχολήσει ιδιαίτερα την φιλοσοφία της επιστήμης μέχρι σήμερα και κυρίως ο τρόπος με τον οποίο αυτή η διάκριση μπορεί να περιγραφεί και ο βαθμός στον οποίο μπορεί κανείς να πάρει στα σοβαρά μία τέτοια διάκριση ανάμεσα στις διάφορες οντότητες. Το να πιστεύει κανείς μόνο σε αυτά που υπαγορεύουν οι αισθήσεις του φαίνεται να είναι πολύ περιοριστικό, αλλά και αυθαίρετο. Γιατί κάποιος θα πρέπει να μην στηρίζεται σε αυτά που δείχνουν τα όργανα που χρησιμοποιεί όπως για παράδειγμα το οπτικό μικροσκόπιο, το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο και λοιπά. Γιατί αυτά τα όργανα μας δίνουν αναξιόπιστες

αναπαραστάσεις του μικρόκοσμου, τις οποίες καλά θα κάνουμε να μην τις πιστεύουμε, ενώ αντίθετα ο γυμνός οφθαλμός είναι ένα αξιόπιστο όργανο παρατήρησης;

Χωρίς να μπορούμε στις λεπτομέρειες αυτού του διαλόγου θα αναφερθούμε σε μία απάντηση που έδωσαν οι φιλόσοφοι της επιστήμης [Philip Kitcher](#) and [Peter Lipton](#). Το επιχείρημα αναφέρει τα εξής: είναι δικαιολογημένο να πιστεύουμε αυτά που λένε οι θεωρίες μας για τις μη-παρατηρήσιμες (unobservables) οντότητες επειδή η δομή του επιχειρήματος που μας οδηγεί σε αυτές είναι ίδια με τη δομή του επιχειρήματος που μας οδηγεί σε οντότητες οι οποίες είναι παρατηρήσιμες αλλά δεν έχουμε την ευκαιρία να τις παρατηρήσουμε πλέον (unobserved observables). Παράδειγμα μιας τέτοιας οντότητας είναι ένας δεινόσαυρος. Ο δεινόσαυρος είναι μία παρατηρήσιμη (observables) οντότητα, η οποία δεν έχει παρατηρηθεί. Εάν κάποιος ταξιδέψει πίσω στο χρόνο θα μπορέσει να δει τους δεινόσαυρους με γυμνά μάτια. Ο δεινόσαυρος είναι ένα κλασικό παράδειγμα μιας παρατηρήσιμης οντότητας που δεν έχει παρατηρηθεί ποτέ. Οι ρεαλιστές αποκρίνονται πως με τον ίδιο τρόπο που κάποια επιχειρήματα οργανώνονται το ένα πλάι στο άλλο και οδηγούν στο συμπέρασμα ότι υπήρχαν δεινόσαυροι, με τον ίδιο τρόπο κάποια επιχειρήματα οργανώνονται το ένα πλάι στο άλλο και καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν άτομα.

Πως καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι υπήρξαν δεινόσαυροι; Τα τεκμήρια που βρίσκονται στη γη (απολιθώματα, οστά κλπ.) είναι αυτά που χρησιμοποιούν οι παλαιοντολόγοι έτσι ώστε να ανασκευάσουν το παρελθόν του πλανήτη μας. Από τα στοιχεία που ανακαλύπτονται στα απολιθώματα μαθαίνουμε την ζωή των διαφόρων ειδών που έζησαν σε παλαιότερες γεωλογικές εποχές. Οι παλαιοντολόγοι συνεργαζόμενοι με άλλους επιστήμονες μπορούν από μερικά κόκαλα να βγάλουν συμπεράσματα σχετικά με το εάν ένα ζώο περπατούσε στα τέσσερα ή στα δύο πόδια, εάν κολυπούσε ή ζούσε στη στεριά, αν ήταν σαρκοφάγο ή φυτοφάγο. Με τον τρόπο που τα ευρήματα της παλαιοντολογίας, αποτελούν τεκμήρια για είδη που έχουν πλέον εξαφανιστεί, με τον ίδιο τρόπο ο μικρός κύκλος υδρατμών σε ένα [θάλαμο](#) οδηγεί στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για το ίχνος της κίνησης ενός ηλεκτρονίου. Αυτή τη δομή επιχειρήματος ονομάζουν οι φιλόσοφοι Inference to the best explanation (συνεπαγωγή στην καλύτερη ερμηνεία).

Η ιδέα πίσω από αυτόν τον τύπο συμπεράσματος είναι η εξής: καταλήγουμε στην υπόθεση η οποία, εάν είναι αλήθεια, μας δίνει την καλύτερη εξήγηση με βάση τα διαθέσιμα τεκμήρια. Με αυτό τον τύπο συλλογισμού καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι έζησαν δεινόσαυροι. Αυτό το συμπέρασμα είναι η καλύτερη εξήγηση με βάση τα απολιθώματα τα οποία έχουν βρεθεί. Δηλαδή από ένα σύνολο επεξηγηματικών υποθέσεων, που ανταγωνίζονται η μία την άλλη, επιλέγουμε εκείνη που θεωρούμε ότι είναι η καλύτερη. Καλύτερη σημαίνει ότι: εάν η υπόθεση είναι αληθινή θα μας παρέχει την βαθύτερη κατανόηση με βάση τα διαθέσιμα τεκμήρια. Η συνεπαγωγή στην καλύτερη εξήγηση αποτελεί ένα πολύ δυνατό εργαλείο στην εργαλειοθήκη ενός επιστημονικού ρεαλιστή. Δείχνει ότι η επιστημονική υπόθεση που επιλέγουμε να πιστέψουμε είναι εκείνη που μας παρέχει μία βαθύτερη κατανόηση ή αλλιώς την καλύτερη εξήγηση με βάση τα διαθέσιμα τεκμήρια. Αυτός είναι ο τρόπος με τον οποίο εξάγονται συμπεράσματα και στην καθημερινή ζωή. Για παράδειγμα μία ιατρική διάγνωση είναι μία εφαρμογή αυτού του τρόπου εξαγωγής συμπεράσματος. Ο γιατρός κάνει μία διάγνωση η οποία, εάν είναι σωστή, εξηγεί με τον καλύτερο τρόπο τα συμπτώματα που εμφανίζει ο ασθενής. Το ίδιο συμβαίνει στην αστρονομία την κοσμολογία την φυσική του μικρόκοσμου και λοιπά. Για παράδειγμα επιλέγουμε την θεωρία της διαστολής του σύμπαντος με βάση την παρατηρούμενη μετατόπιση του φάσματος των αστεριών προς το κόκκινο. Σύμφωνα με τους ρεαλιστές αυτή είναι η δουλειά της επιστήμης. Δεν βασιζόμαστε

κατ' ανάγκη στα μάτια μας, ή στα αποτελέσματα των διαφόρων οργάνων προκειμένου να πιστέψουμε ότι οι μη παρατηρήσιμες οντότητες υπάρχουν, αλλά στην ισχύ του τρόπου με τον οποίο εξάγουμε συμπεράσματα βασιζόμενοι στον πλούτο των πειραματικών δεδομένων που έχουμε διαθέσιμα.

Ανακεφαλαιώνοντας, οι επιστημονικοί ρεαλιστές πιστεύουν ότι στόχος της επιστήμης είναι η αλήθεια. Οι ρεαλιστές πιστεύουν ότι οι καλύτερες θεωρίες που υπάρχουν στις ώριμες φυσικές επιστήμες, είναι αληθινές ή κατά προσέγγιση αληθινές. Ένα ισχυρό επιχείρημα των επιστημονικών ρεαλιστών για αυτή τους την πεποίθηση είναι το no-miracles argument, Σύμφωνα με αυτό, εάν οι επιστημονικές θεωρίες δεν ήταν αλήθεια, εάν οι μη-παρατηρήσιμες οντότητες δεν υπάρχουν στην πραγματικότητα τότε η επιτυχία της επιστήμης είναι ένα πραγματικό θαύμα. Στη συνέχεια εξετάσαμε την πιο αξιόλογη η απάντηση από πλευράς του αντι- ρεαλισμού, πού είναι η προσέγγιση του κατασκευαστικού εμπειρισμού όπως παρουσιάστηκε από τον φιλόσοφο Bas Van Fraassen. Σύμφωνα με αυτή τη θεώρηση δεν είμαστε υποχρεωμένοι να πιστεύουμε ότι η επιστήμη οφείλει να είναι αληθινή προκειμένου να είναι καλή. Στόχος της επιστήμης είναι απλά να μας δώσει θεωρίες, οι οποίες θα είναι εμπειρικά επαρκείς δηλαδή θα σώζουν τα φαινόμενα. Είδαμε ότι η λογική αυτής της προσέγγισης οδηγεί στη θεώρηση ότι αυτό που πρέπει να κάνει η επιστήμη είναι να κατασκευάζει μοντέλα, τα οποία θα είναι εμπειρικά επαρκή δηλαδή θα ανταποκρίνονται στα διαθέσιμα τεκμήρια ή πειραματικά δεδομένα χωρίς το καθήκον να θεωρούμε ότι τα μοντέλα αυτά αληθινά. Τέλος παρουσιάσαμε την απάντηση των ρεαλιστών στα κύρια επιχειρήματα των κατασκευαστικών εμπειριστών που συνοψίζονται στη λεγόμενη συνεπαγωγή στην καλύτερη εξήγηση (Inference to the best explanation). Αυτός ο τρόπος εξαγωγής συμπερασμάτων, σύμφωνα με τους ρεαλιστές, παρέχει επαρκή θεμελίωση για την πεποίθηση ότι η μη-παρατηρήσιμες οντότητες όπως τα άτομα τα μόρια του DNA αλλά και οι δεινόσαυροι αναφέρονται σε πραγματικές οντότητες. Αυτή η θεώρηση είναι μία ισχυρή φιλοσοφική θέση η οποία αντιπαρέρχεται την επιχειρηματολογία του αντι-ρεαλισμού. Καθώς η επιστήμη αναπτύσσεται, θα αναπτύσσονται και οι φιλοσοφικές θεωρήσεις σχετικά με αυτήν.

8. Ο Kuhn και «Η Δομή των Επιστημονικών Επαναστάσεων»

Το έτος 1962 κυκλοφόρησε το βιβλίο «η δομή των επιστημονικών επαναστάσεων» του Thomas Kuhn. Πρόκειται για το πιο γνωστό βιβλίο φιλοσοφίας της επιστήμης. Είναι το βιβλίο που έχει συγκεντρώσει τις περισσότερες αναφορές σε σύγκριση με οποιοδήποτε άλλο. Πέρα από το πρωτότυπο περιεχόμενο, ο ίδιος ο τίτλος ήταν πολύ ελκυστικός για τους νέους εκείνης της δεκαετίας. Την δεκαετία του 60 η επανάσταση ήταν λέξη του καθημερινού λεξιλογίου, αλλά ο καθένας της έδινε το περιεχόμενο που ταίριαζε στις επιθυμίες του: από σεξουαλική επανάσταση μέχρι την πολιτική επανάσταση εναντίον του αμερικάνικου ιμπεριαλισμού (π.χ. Βιετνάμ 1965-1975). Το 1968 οι Beatles κυκλοφόρησαν το τραγούδι «Revolution», ενώ δέκα χρόνια μετά την έκδοση του βιβλίου ο απολίτικος Marc Bolan και οι T-Rex τραγουδούσαν «The children of the revolution». Οι «επιστημονικές επαναστάσεις» ταίριαζαν τόσο καλά στο κλίμα της εποχής ώστε εάν δεν τις είχε ανακαλύψει ο Kuhn θα τις είχε σίγουρα επινοήσει κάποιος δαιμόνιος διαφημιστής. Ο Mario Bunge φιλόσοφος της επιστήμης και ο ίδιος, λέει σε μια συνέντευξη που υπάρχει στο διαδίκτυο: «Όταν ξεσηκώθηκαν οι φοιτητές στην Γερμανία νόμισαν πως η δομή των επιστημονικών επαναστάσεων ήταν ένα επαναστατικό μανιφέστο. Δεν γνώριζαν ότι ο Kuhn ήταν πολύ συντηρητικός. Τον τρομοκρατούσαν οι επαναστάσεις, τουλάχιστον οι πολιτικές».

Ο Κuhn ξεκίνησε την καριέρα του σαν φυσικός και στη συνέχεια ασχολήθηκε με την ιστορία της επιστήμης. Τότε είχε την ευκαιρία να ασχοληθεί μεταξύ άλλων με την αστρονομία του Πτολεμαίου. Μελετώντας την ιστορία της επιστήμης ο Κuhn έφτασε στο συμπέρασμα ότι η επιστήμη δεν έχει μία συγκεκριμένη μέθοδο, επαγωγική (inductive) ή παραγωγική (deductive). Κανείς πρέπει να σκεφτεί εκ νέου την έννοια της προόδου της επιστήμης και το βαθμό στον οποίο η επιστήμη μας δίνει θεωρίες, οι οποίες περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο είναι φτιαγμένος ο κόσμος.

Πριν τον Κuhn, οι φιλόσοφοι της επιστήμης είχαν την άποψη, ότι η επιστήμη αναπτύσσεται με βάση μία διαδοχή επιστημονικών θεωριών. Σε αυτό το σχήμα κάθε νέα θεωρία βασιζόταν στις προηγούμενες και μας έδινε μία πιο ακριβή εικόνα της φύσης. Σύμφωνα με τον Κuhn αυτή η οπτική, απέναντι στην επιστήμη, είναι εντελώς λανθασμένη και αυτό προκύπτει εάν κάποιος μελετήσει την ιστορία της επιστήμης.

Οι φιλόσοφοι που θεωρούσαν ότι η επιστήμη προχωρά ακολουθώντας το σχήμα «θεωρία-πείραμα-απόδειξη» ή την παραγωγική (deductive) μέθοδο του Popper, έβλεπαν την φιλοσοφία της επιστήμης σαν μία συστηματική ενασχόληση, η οποία είχε σαν στόχο να μας αποκαλύψει την μέθοδο **που οφείλουν** να ακολουθούν οι επιστήμονες. Μας έλεγε πώς **θα πρέπει** να είναι η επιστήμη σε ιδανικές συνθήκες. Για τον Κuhn αυτή η προσέγγιση είναι εντελώς λανθασμένη. Κάποια περιστατικά στην ιστορία της επιστήμης είναι ξεκάθαρα παραδείγματα καλής επιστήμης και οποιαδήποτε θεωρία αφορά την μεθοδολογία της επιστήμης, θα πρέπει να είναι σε συμφωνία με τα ιστορικά δεδομένα. Εάν κανείς θέλει να εντοπίσει πώς γίνεται η καλή επιστήμη θα πρέπει να ρίξει μία ματιά στις πετυχημένες στιγμές της επιστήμης όπως η θεωρία της σχετικότητας του Einstein ή η θεωρία της εξέλιξης των ειδών του Δαρβίνου. Εάν θέλουμε να καταλάβουμε με ποιο τρόπο τα καταφέρνει η επιστήμη και τα πάει τόσο καλά, θα πρέπει να καταλάβουμε τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτές τις περιπτώσεις.

Ο Κuhn πίστευε ότι κοιτάζοντας την ιστορία της επιστήμης κανείς βρίσκει ότι η επιστήμη προχωρά με βάση ένα κύκλο αλλαγών, ο οποίος εμφανίζεται να είναι ως εξής: Η «συνήθης επιστήμη» (normal science) οδηγεί σε κρίσεις, οι κρίσεις οδηγούν σε επιστημονικές επαναστάσεις και οι επιστημονικές επαναστάσεις οδηγούν σε ένα νέο στάδιο «συνήθους επιστήμης». Κανείς θα πρέπει να εστιάσει σε αυτόν τον κύκλο «συνήθους επιστήμης-κρίσης-επανάστασης-συνήθους επιστήμης» για να καταλάβει πώς προχωράει η επιστήμη. Ας ξεκινήσουμε λοιπόν να δούμε τι είναι η «συνήθης επιστήμη».

Normal science.

Η «συνήθης επιστήμη» όπως φαίνεται και από το όνομα, περιγράφει αυτό που κάνουν οι περισσότεροι επιστήμονες στην καθημερινή τους ενασχόληση, στην καθημερινή τους έρευνα. Εάν κάποιος επισκεφτεί ένα ερευνητικό εργαστήριο ή ένα τμήμα Πανεπιστημίου θα βρει τους επιστήμονες να κάνουν «συνήθισμένη επιστήμη». Το κύριο χαρακτηριστικό της «συνήθισμένης επιστήμης» είναι ότι οι επιστήμονες, που την εξασκούν συμφωνούν μεταξύ τους σχετικά με τις βασικές παραδοχές και μεθόδους που χρησιμοποιούν στο αντικείμενό τους. Η θέση αυτή βρίσκεται στον αντίποδα της άποψης του Popper, ο οποίος έδινε έμφαση στην διαρκή κριτική και αμφισβήτηση των θεωριών. Για τον Popper το κύριο χαρακτηριστικό της επιστήμης που καθορίζει και την πρόοδό της είναι η διαρκής προσπάθεια των επιστημόνων να ανατρέψουν τις υφιστάμενες θεωρίες. Ο Κuhn θεωρεί ότι αυτή η περιγραφή ανατρέπεται πλήρως από την ιστορία της επιστήμης. Σύμφωνα με τον Κuhn: «η εγκατάλειψη της κριτικής είναι αυτή ακριβώς η οποία σηματοδοτεί τη μετάβαση στην επιστήμη». Εάν οι

επιστήμονες ξοδεύουν όλο το χρόνο τους προσπαθώντας να ανατρέψουν τις βασικές παραδοχές τότε δεν θα μπορέσουν να κάνουν έρευνα. «Η αποτελεσματική έρευνα σπανίως ξεκινάει πριν η επιστημονική κοινότητα θεωρήσει ότι έχει κατακτήσει ξεκάθαρες απαντήσεις στα ακόλουθα ερωτήματα: Από ποιες θεμελιώδεις οντότητες αποτελείται το σύμπαν, πώς αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, ποια ερωτήματα έχουν νόημα σχετικά με αυτές τις οντότητες και ποιες τεχνικές θα πρέπει να χρησιμοποιούνται στην αναζήτηση των απαντήσεων»;

Για να περιγράψει αυτή την κατάσταση ο Kuhn εισήγαγε τον όρο paradigm. Προφανώς προέρχεται από την ελληνική λέξη παράδειγμα και σημαίνει ένα πρότυπο (pattern), υπόδειγμα (exemplar) ή μοντέλο. Κανείς πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός με τη χρήση του όρου. Η Margaret Masterman ισχυρίζεται ότι εντόπισε 21 διαφορετικές ερμηνείες του όρου μέσα στο έργο του Kuhn. Το paradigm αποτελεί ένα Πλαίσιο μέσα από το οποίο ο επιστήμονας εξηγεί τον κόσμο. Το paradigm παρέχει μία γενική εικόνα σχετικά με το πώς είναι ο κόσμος. Μας λέει ποια ερωτήματα είναι σημαντικά τι μέθοδοι θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για τη συλλογή δεδομένων, πώς πρέπει να σχεδιάζονται τα πειράματα και τα επιστημονικά όργανα, πώς θα πρέπει να ερμηνεύονται τα αποτελέσματα και τα λοιπά. Το paradigm περιλαμβάνει μία επιστημονική θεωρία, τους τεχνολογικούς πόρους που είναι διαθέσιμοι στην ακαδημαϊκή κοινότητα τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή καθώς επίσης και τις αξίες της επιστημονικής κοινότητας. Τέτοιες αξίες είναι η απλότητα, η μαθηματική κομψότητα, η λιτότητα των θεωριών και άλλες αξίες που οι επιστήμονες θεωρούν σημαντικές την περίοδο που κάνουν συνηθισμένη επιστήμη.

Ο Ian Hacking βλέπει το «Παράδειγμα ως επίτευγμα». Κατά τη διάρκεια μιας επανάστασης υπάρχει συνήθως μια υποδειγματική επιτυχία στη λύση ενός παλιού προβλήματος με έναν εντελώς καινούργιο τρόπο, χρησιμοποιώντας νέες έννοιες. Αυτή η επιτυχία χρησιμεύει ως μοντέλο για την επόμενη γενιά μελετητών, που προσπαθούν να αντιμετωπίσουν άλλα προβλήματα με τον ίδιο τρόπο. Το Παράδειγμα ως επίτευγμα είναι το πρότυπο προς μίμηση της κανονικής επιστήμης.

Σύμφωνα με τον Kuhn, η επιστημονική κοινότητα εργάζεται με βάση ένα καλά καθορισμένο βιβλίο. Στην περίπτωση της μηχανικής του Νεύτωνα το βιβλίο, δεν ήταν άλλο από τα Principia. Όλη η επιστημονική δραστηριότητα επικεντρώνεται στην λύση προβλημάτων, τα οποία πηγάζουν από την παράδοση του συγκεκριμένου βιβλίου.

Απόδειξη της ομοφωνίας που επιφέρει η αποδοχή του Παραδείγματος, αποτελεί, σύμφωνα με τον Kuhn, η περίπτωση των θεωριών για το φως. Σήμερα όλοι οι επιστήμονες συμφωνούν ότι το φως αποτελείται από φωτόνια τα οποία είναι στοιχειώδεις ποσότητες ενέργειας. Γύρω στο 18^ο αιώνα, η άποψη που κυριαρχούσε ήταν ότι το φως ήταν ένα εγκάρσιο κύμα το οποίο διαδιδόταν μέσα σε ένα παράξενο υλικό που διαπερνούσε όλο τον χώρο, τον αιθέρα. Κοιτάζοντας ακόμα πιο πίσω θα βρει κανείς τις θεωρίες του Νεύτωνα και του Descartes, που θεωρούσαν ότι το φως αποτελείται από μικρά φωτεινά σωματίδια που εκπέμπονται από τις φωτεινές πηγές. Παρά το γεγονός ότι οι θεωρίες αλλάζουν από τη μία εποχή στην άλλη υπάρχει μία ισχυρή ομοφωνία γύρω από μία θεωρία ανεξάρτητα από το εάν η εποχή που μελετάει κανείς είναι ο 17^{ος}, ο 18^{ος} ή ο 20^{ος} αιώνας. Σύμφωνα με τον Kuhn, εάν πάμε πίσω στο 16^ο αιώνα ή και παλιότερα θα δούμε ότι δεν υπάρχει περίοδος, στην οποία να παρατηρείται μία γενική ομοφωνία γύρω από κάποια θεωρία σχετικά με το φως. Αντίθετα υπάρχουν αντιτιθέμενες σχολές σκέψης οι οποίες υιοθετούν με τον ένα ή τον άλλο τρόπο κάποιες εκφάνσεις της Φιλοσοφίας του Αριστοτέλη, του Επίκουρου ή του Πλάτωνα. Μόνο μετά την εγκατάλειψη αυτής της κατάστασης κατακερματισμού της ακαδημαϊκής κοινότητας σε διάφορες θεωρίες και την ομοφωνία σχετικά με το φως έγινε η μελέτη του φωτός

πραγματικά επιστημονική. Μόνο όταν το φως άρχισε να αντιμετωπίζεται κάτω από το πρίσμα ενός Ενιαίου Παραδείγματος η μελέτη του έγινε επιστήμη.

Σε αντίθεση με τον Popper, η συνήθης επιστήμη δεν περιλαμβάνει καμία προσπάθεια να απορριφθεί μία συγκεκριμένη θεωρία. Το Παράδειγμα που αποδέχεται η ακαδημαϊκή κοινότητα φτάνει σε μία περίοδο κρίσης μόνο στην περίπτωση που συγκεντρωθούν πολλές περιπτώσεις ερωτημάτων που δεν μπορεί να απαντήσει το αποδεκτό Παράδειγμα. Στην περίπτωση αυτή ενδέχεται να έρθει στο προσκήνιο ένα νέο Παράδειγμα. Η επιστημονική κοινότητα ενδέχεται να επιλέξει να εγκαταλείψει το παλιό και να μετατοπιστεί προς το νέο. Ο Kuhn όμως τόνιζε ότι τέτοιες μετατοπίσεις προς το νέο Παράδειγμα δεν καθορίζονται από την υπεροχή του νέου Παραδείγματος έναντι του παλιού. Το Παράδειγμα περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο γίνεται έρευνα σε μια συγκεκριμένη ακαδημαϊκή δραστηριότητα.

Σημαντικό μέρος του Παραδείγματος αποτελούν τα υποδείγματα (exemplars). Το υπόδειγμα είναι μία συγκεκριμένη επιστημονική επιτυχία, η οποία θεωρείται ότι περιγράφει πώς πρέπει να γίνεται επιστήμη στο συγκεκριμένο paradigm. Στη γενετική, παραδείγματος χάριν, θα μπορούσε κανείς να θεωρήσει σαν υποδειγματική εργασία τη δουλειά του Mendel ή την έρευνα των Francis Crick και James Watson σχετικά με την δομή του DNA. Η υποδειγματική έρευνα έχει σαν σκοπό να εμπνεύσει και να δώσει κατεύθυνση για περαιτέρω έρευνα. Οι επιστήμονες προσπαθούν να κάνουν έρευνα, που θα μοιάζει με την υποδειγματική. Η ομοφωνία ανάμεσα στους επιστήμονες, η εστίαση σε συγκεκριμένα προβλήματα και η συμφωνία για τον τρόπο με τον οποίο θα αντιμετωπίζονται είναι τα κύρια συστατικά που υπάρχουν πίσω από το τεράστιο βάθος κατανόησης των φαινομένων που έχει πετύχει η επιστήμη. Σύμφωνα με τον Kuhn αυτή η δογματική προσήλωση στο Παράδειγμα και την υποδειγματική έρευνα, βρίσκονται πίσω από την μεγάλη επιτυχία της σύγχρονης επιστήμης.

Επίλυση γρίφων (puzzle solving)

Στην συνηθισμένη επιστήμη εμπεριέχεται η επίλυση γρίφων. Γρίφος είναι ένα πρόβλημα, που επιδιώκεται να λυθεί στα πλαίσια ενός Παραδείγματος. Η λύση γρίφων δεν είναι τίποτα άλλο παρά περιπτώσεις που οι επιστήμονες εξηγούν τον κόσμο κάτω από το φως ενός συγκεκριμένου παραδείγματος. Όπως χαρακτηριστικά είπε ο Kuhn η συνήθης επιστήμη «είναι μία προσπάθεια να χωρέσει η φύση στο στενό και ανελαστικό κουτί του παραδείγματος».

Όταν οι επιστήμονες κάνουν «συνηθισμένη επιστήμη» διατυπώνουν και ελέγχουν προβλέψεις. Στην πραγματικότητα όμως, αυτό που ελέγχεται δεν είναι το Παράδειγμα αλλά ο επιστήμονας. Για παράδειγμα, η γενική θεωρία της σχετικότητας προβλέπει την ύπαρξη βαρυτικών κυμάτων. Σύμφωνα με τον Kuhn, εάν ένας επιστήμονας αποτύχει στα πειράματα του να εξακριβώσει την ύπαρξη βαρυτικών κυμάτων, αυτό εκλαμβάνεται σαν μία αδυναμία του επιστήμονα παρά σαν μία αποτυχία της θεωρίας σχετικότητας. Βαρυτικά κύματα υπάρχουν, αυτό όμως που χρειάζεται είναι να είσαι καλός ερευνητής έτσι ώστε να μπορείς να τα εντοπίσεις. Φυσικά εάν κανείς κοιτάξει στην ιστορία της επιστήμης θα δει ότι τα πράγματα αρκετές φορές έχουν γίνει έτσι όπως τα περιγράφει ο Kuhn. Στις μέρες μας έχουμε εξακριβώσει την ύπαρξη βαρυτικών κυμάτων, όμως για αρκετές δεκαετίες τα πειράματα που γινόντουσαν αποτύγχαναν. Αυτό το γεγονός δεν έκανε την επιστημονική κοινότητα να αποσύρει την εμπιστοσύνη της από την θεωρία της σχετικότητας. Οι γρίφοι έχουν λύσεις. Το ερώτημα είναι εάν ο ερευνητής έχει την απαιτούμενη εξυπνάδα να τις εντοπίσει.

Ανωμαλίες

Κάποιοι από τους γρίφους που προσπαθούν να λύσουν οι επιστήμονες τελικά παίρνουν την μορφή ανωμαλιών. Οι ανωμαλίες είναι αποτελέσματα τα οποία παραβιάζουν τις βασικές παραδοχές του Παραδείγματος. Η δουλειά της συνηθισμένης επιστήμης είναι να αντιμετωπίσει αυτές τις ανωμαλίες.

Ένα παράδειγμα τέτοιας ανωμαλίας είναι η περίπτωση της τροχιάς του πλανήτη Ουρανού. Ο Ουρανός έδειχνε να αποκλίνει από τις προβλέψεις της θεωρίας του Νεύτωνα και συγκεκριμένα από το δεύτερο νόμο του Kepler. Σύμφωνα με αυτόν η επιβατική ακτίνα ενός πλανήτη σαρώνει ίσα εμβαδά σε ίσους χρόνους. Παρατηρήθηκε όμως ότι σε κάποια τμήματα της τροχιάς, ο Ουρανός προχωρούσε πιο γρήγορα από ότι προβλεπόταν (σάρωνε μεγαλύτερη επιφάνεια) και στη συνέχεια προχωρούσε πιο αργά (δηλαδή σάρωνε μικρότερη επιφάνεια). Οι αστρονόμοι John Couch Adams και Urbain Le Verrier, δουλεύοντας ανεξάρτητα σκέφτηκαν ότι η απόκλιση αυτή ενδέχεται να οφείλεται στην παρουσία κάποιου άλλου πλανήτη. Μάλιστα υπολόγισαν τη θέση του και την μάζα του. Αυτή η μελέτη οδήγησε στην ανακάλυψη του πλανήτη Ποσειδώνα το 1846. Η κίνηση του Ουρανού αποτελούσε μία ανωμαλία για το Νευτωνικό Παράδειγμα. Η ανωμαλία αντιμετωπίστηκε με την επίκληση της ύπαρξης ενός πλανήτη, του Ποσειδώνα, η ύπαρξη του οποίου επιβεβαιώθηκε αργότερα.