



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Τομέας Ανθρωπιστικών, Κοινωνικών Επιστημών και Δικαίου

Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΩΣ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΟΥ

Νικόλαου Χωμενίδη

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: **ΚΩΣΤΑΣ ΘΕΟΛΟΓΟΥ**

ΑΘΗΝΑ 2016

Στη μνήμη της γιαγιάς μου, Δροσιάς.

*Παρ' ότι δεν γνώριζε τα μυστικά της "επιστημονικής"
μοριακής κουζίνας, μπορούσε να φτιάξει φοβερές πίτες...*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι απαρχές της τεχνολογίας χάνονται μέσα σε βάθη εκατομμυρίων χρόνων, πριν την ιστορική εποχή και την απόδειξη αυτού αποτελεί η ανακάλυψη λίθινων εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν πριν από 3,4 εκατομμύρια χρόνια. Η ανακάλυψη και ο έλεγχος της φωτιάς, ενός μεγάλου τεχνολογικού σταθμού για την εξέλιξη του ανθρώπινου είδους, απαιτούσε κάποιες σημαντικές δεξιότητες και γνώση. Αν σκεφτεί κανείς όμως, ότι οι φυσικές και χημικές ιδιότητες της καύσης έγιναν κατανοητές από την “Νέα Επιστήμη” μόλις τον 18^ο και 19^ο αιώνα, τότε τα ερωτήματα που αφορούν την σχέση τεχνολογίας και επιστήμης αρχίζουν να παίρνουν σάρκα και οστά. Κεντρικό επιχείρημα σε αυτή την εργασία, αποτελεί το γεγονός ότι η Τεχνολογία και η Επιστήμη δεν αναπτύσσονται πάντα κατ’ αναλογία, αλλά ακολουθούν την δική τους ασύμμετρη εξέλιξη χωρίς μάλιστα να αποκλείεται και η πιθανή, κατά περιόδους, ταύτισή τους. Από αυτή την σκοπιά, η Τεχνολογία δεν μπορεί να αποτελεί, κατ’ ανάγκη, εφαρμογή επιστημονικών αρχών και θεωριών· αλλά και αντίστροφα, η διατύπωση “ορθών” επιστημονικών θεωριών δεν συνοδεύτηκε πάντα από άμεση πειραματική επιβεβαίωση και τεχνολογική - υλική αξιοποίηση. Η διάδραση της Τεχνολογίας και της Επιστήμης μοιάζει με ένα σύνθετο κύμα όπου μέσα στην πάροδο του χρόνου τα βασικά στοιχεία απομακρύνονται και ταυτίζονται ξανά, αλλά πάντα δρώντας ισότιμα μέσα στο γενικό πλαίσιο. Αυτό το σύνθετο κύμα είναι το αντικείμενο που διαπραγματεύεται αυτή η εργασία τοποθετώντας το μέσα σε ένα πλαίσιο που έχει ως άξονες την ιστορία, την φιλοσοφία και την κοινωνία.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η Τεχνολογία, δηλαδή ο λόγος περί τέχνης, αποτελεί ένα σημαντικό στοιχείο της ανθρώπινης δημιουργίας. Τα αντικείμενα της τεχνολογίας αποτελούν μια ομάδα τεράστιου εύρους· από ένα απλό εργαλείο ή ένα χρηστικό αντικείμενο, μέχρι ένα τεράστιο τεχνολογικό σύστημα όπως είναι μια μεγάλη βιομηχανία ή ένας διαστημικός σταθμός. Ο άνθρωπος, σε κάθε ιστορική φάση της ύπαρξής του, κατασκεύασε τεχνήματα που άλλοτε εξυπηρετούσαν βασικές ανάγκες, όπως η σίτιση, η άμυνα και η επιβίωση κτλ. και άλλοτε εξυπηρετούσαν εσωτερικές και πνευματικές ανάγκες. Τα έργα τέχνης, τα κτίσματα υψηλής αισθητικής και τα μουσικά όργανα είναι μερικά παραδείγματα τέτοιου είδους τεχνημάτων.

Από την άλλη πλευρά, η αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το περιβάλλον και η ανάγκη του να εξηγήσει και να κατανοήσει τα φαινόμενα έκανε εφικτή την εμφάνιση της επιστήμης, δηλαδή την απόκτηση γνώσης, μέσω της ανάλυσης του φυσικού κόσμου, από θέση ισχύος. Αυτή η θέση ισχύος έχει μεγάλη σημασία στο να κατανοήσουμε το γιατί ο άνθρωπος από την απλή παρατήρηση οδηγήθηκε σε πιο δραστικές και επεμβατικές μεθόδους έρευνας. Ο Francis Bacon (1561-1626) «μας δίδαξε πως όχι μόνο πρέπει να παρατηρούμε τη φύση γυμνή, αλλά πρέπει να τραβήξουμε την ουρά του λιονταριού, δηλαδή να διαχειριζόμαστε τον κόσμο μας, έτσι ώστε να μάθουμε τα μυστικά του».¹ Είναι σημαντικό να κατανοήσει κανείς πως οι έννοιες της τεχνολογίας και της επιστήμης είναι πολύπλευρες, πολυδιάστατες και πολύπλοκες. Δεν είναι τυχαίο που οι συζητήσεις για την φύση τους αλλά και την μεταξύ τους σχέση είναι ακόμα ενεργές και μάλιστα σε μεγάλη ένταση.

Το πρώτο κεφάλαιο της εργασίας πραγματεύεται την έννοια της τεχνολογίας αφού πρώτα την τοποθετηθεί μέσα σε ένα ιστορικό πλαίσιο με σκοπό την καλύτερη και πιο σφαιρική κατανόησή της. Στο δεύτερο κεφάλαιο, με τον ίδιο τρόπο, εξετάζεται η έννοια της επιστήμης. Δηλαδή, μετά από μια σύντομη ιστορική αναδρομή, αναλύουμε διάφορες πτυχές της επιστήμης όπως

¹ Hacking, I. 2002. Αναπαριστώντας Παρεμβαίνοντας, Εισαγωγικά θέματα στην φιλοσοφία της φυσικής επιστήμης, μτφ. Τσιαντούλας, Τ., Αθήνα. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Ε.Μ.Π. σ. 203

επιστημονική γνώση, η αντικειμενικότητα και η επιστημονική ανακάλυψη. Αφού έχουμε αναλύσει ξεχωριστά την επιστήμη από την τεχνολογία επιχειρούμε την σύνδεσή τους στο 3^ο κεφάλαιο. Τέλος, στον 4^ο κεφάλαιο διερευνούμε τις αλληπιδράσεις τις επιστήμης και της τεχνολογία με την κοινωνία.

Συνοψίζοντας, στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της σχέσης τεχνολογίας και επιστήμης ώστε να αναδείξουμε εκείνα τα στοιχεία που καθιστούν την τεχνολογία σημαντική προϋπόθεση ή προδρομική φάση ανάπτυξης της επιστήμης. Για τον σκοπό αυτό πρέπει αφενός να ορίσουμε την τεχνολογία καθώς και την επιστήμη και αφετέρου να εξετάσουμε το πως σχετίζονται μεταξύ τους. Θα αναζητήσουμε αυτές τις σχέσεις κυρίως σε ιστορικό, επιστημολογικό και κοινωνιολογικό πλαίσιο και δευτερευόντως σε ψυχολογικό επίπεδο, όχι για να βρούμε κατ' ανάγκη ιεραρχικές δομές της τεχνολογίας έναντι της επιστήμης, αλλά για να δείξουμε ότι η γνώση με την τεχνική λειτουργούν ως συγκοινωνούντα δοχεία ή ως διαφορετικές όψεις μιας κοινής λειτουργίας που διαμορφώνει την ανθρώπινη πρόοδο, τον πολιτισμό και το νοερό γνωσιακό επίπεδο του κόσμου.

Σε αυτό το σημείο θεωρώ χρέος μου να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Κώστα Θεολόγου, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε στην επιλογή αυτού του θέματος αλλά και για την υπομονή και την βοήθεια που μου προσέφερε απλόχερα στις όποιες δυσκολίες παρουσιάστηκαν. Επίσης, ευχαριστώ την οικογενειά μου και ειδικά τους γονείς μου για την συμπαράσταση και την πολύτιμη βοήθειά τους. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την γυναίκα μου που στήριξε τις επιλογές μου αλλά πάντοτε, για κάποιο λόγο, πίστευε ότι τελικά θα πάρω το πτυχίο της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.

Νίκος Χωμενίδης

2.4. Είναι η αντικειμενικότητα αυτοσκοπός; Προς αναζήτηση μιας νέας ολιστικής προσέγγισης της επιστήμης.....	88
3. Ιστορική και επιστημολογική σχέση τεχνολογίας και επιστήμης	92
3.1. Οι μεγάλες τεχνολογικές εφευρέσεις ως κινητήριος δύναμη της επιστήμης	93
3.1.1. Η ανακάλυψη της φωτιάς.....	93
3.1.2. Η ανάπτυξη της μεταλλουργίας και της κεραμικής τέχνης.....	94
3.1.3. Το τηλεσκόπιο και το μικροσκόπιο	96
3.1.4. Τυπογραφία, ηλεκτρονικοί υπολογιστές και διαδίκτυο	97
3.1.5. Άλλες αξιοσημείωτες τεχνολογικές εφευρέσεις.....	100
3.2. Η φιλοσοφική σχέση επιστήμης και τεχνολογίας	101
3.2.1. Η αλληλεπίδραση θεωρίας και πρακτικής.....	102
3.2.2. Μία ιεραρχική σχέση ή μια αμφίδρομη συμμετρική σχέση.....	105
3.2.3. Η επιστήμη, οι παρατηρήσεις τα πειράματα και οι τεχνικοί.....	108
4. Η Επιστήμη, η Τεχνολογία και η Κοινωνία	113
4.1. Η επιστήμη ως θεσμός και η σχέση της με την κοινωνία.....	113
4.2. Η Τεχνολογία και η κοινωνία.....	115
4.2.1. Οι κοινωνικές σχέσεις και ο τεχνολογικός ντετερμινισμός.....	115
4.2.2. Η κοινωνική κατασκευή της επιστήμης και της τεχνολογίας.....	118
4.3. Τεχνολογία, πολιτική και ηθική	123
4.3.1. Τεχνολογία και δημοκρατία.....	125
5. Συμπεράσματα	128
Βιβλιογραφία	131

1. Ο Κόσμος της Τεχνολογίας

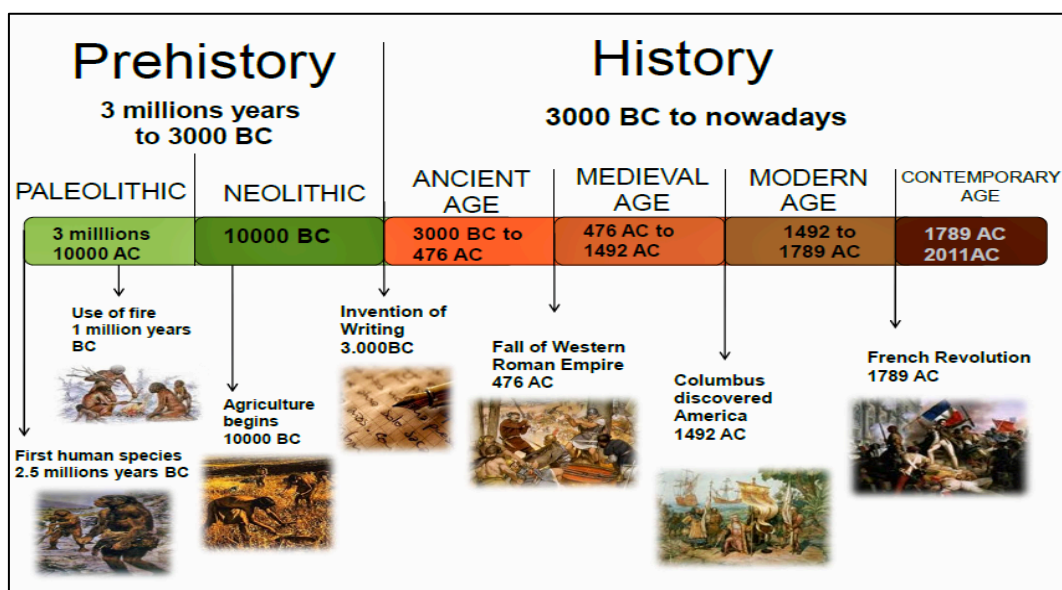
1.1. Οι απαρχές της Τεχνολογίας

1.1.1. Η Τεχνολογία κατά τους προϊστορικούς χρόνους

Η τεχνολογία αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της ανθρώπινης προόδου και μέσα από την μελέτη της ιστορίας της, μπορούμε να αντλήσουμε πολλά συμπεράσματα και να κατανοήσουμε, σε μεγάλο βαθμό, την πορεία της ανθρώπινης εξέλιξης. Παρότι στην εργασία αυτή θα μελετήσουμε τις σχέσεις της τεχνολογίας και της επιστήμης σε διάφορα επίπεδα, μια ιστορική αναδρομή θα βοηθούσε να τοποθετηθούν πιο εποικοδομητικά οι βάσεις για αυτή την αναζήτηση.

Είναι ιδιαίτερα δύσκολο να προσδιορίσουμε με ακρίβεια το χρόνο που συνέβησαν οι πρώτες τεχνολογικές ανακαλύψεις και αυτό πιθανώς ωφελείται στο ότι τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, καταστράφηκαν μέσα στο χρόνο. Παρόλα αυτά ο προϊστορικός άνθρωπος, έχει να επιδείξει πολλά τεχνολογικά επιτεύγματα υψίστης σημασίας για την ανθρώπινη ιστορία.

Η προϊστορική εποχή, δηλαδή η εποχή πριν την εφεύρεση συστημάτων γραφής, χωρίζεται σε διάφορες φάσεις της ευρύτερης Εποχής του Λίθου (2.5 εκ. – 3000 π.Χ.) και ακολουθούν η Εποχή του Χαλκού και η Εποχή του Σιδήρου ως ιστορικές εποχές (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Χρονικές περιόδους της Ιστορίας και της Προϊστορίας. (πηγή: <http://juanydavidadoratrices.weebly.com/history.html>) (12/10/14)

Οι ονομασίες αυτές πηγάζουν από τα υλικά που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος για την κατασκευή εργαλείων και άλλων τεχνουργημάτων. Ποια είναι λοιπόν τα κυριότερα τεχνολογικά επιτεύγματα της προϊστορικής περιόδου; Θα μπορούσαμε να τα κατηγοριοποιήσουμε ως εξής:

1. Εργαλεία διάφορων χρήσεων και όπλα για το κυνήγι
2. Έλεγχος διάφορων φυσικών φαινομένων όπως αυτό της φωτιάς
3. Καλλιτεχνική δραστηριότητα (π.χ. τοιχογραφίες)
4. Μεταλλουργία
5. Γεωργία και εξημέρωση ζώων
6. Κατασκευές διαφόρων ειδών (σπίτια, καράβια, και άλλα)

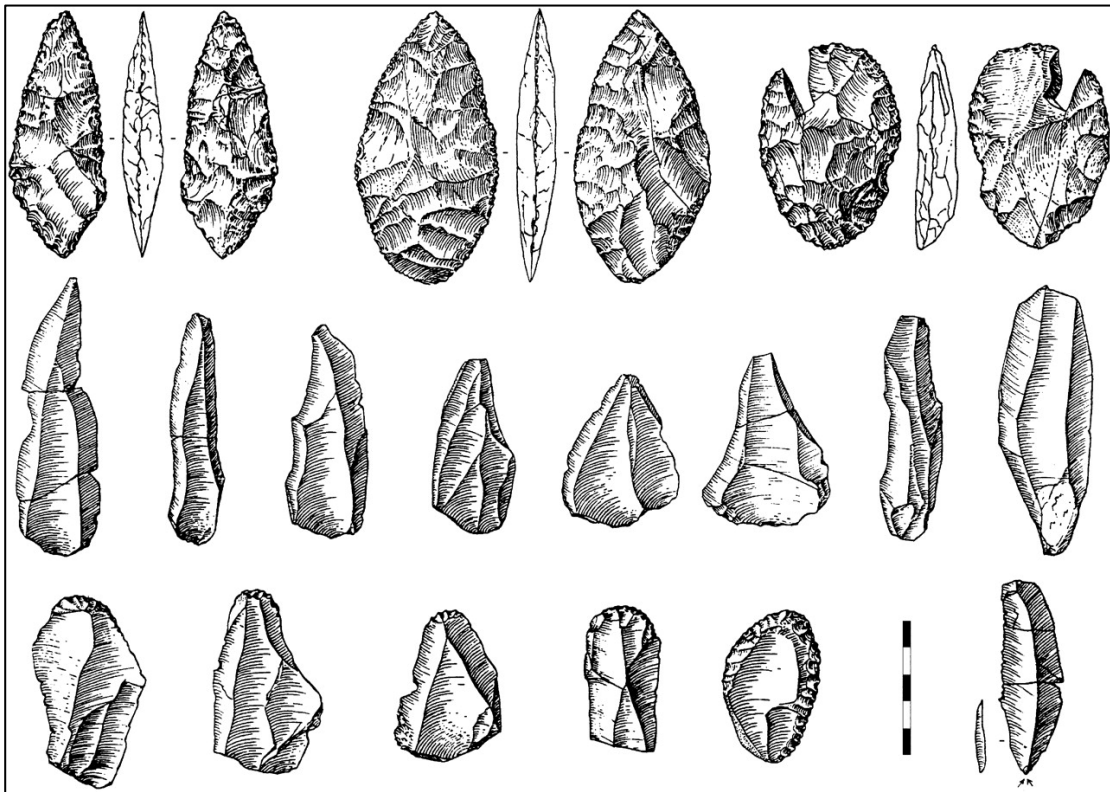
Θα πρέπει να επισημάνουμε πως υπάρχουν περιπτώσεις όπου κάποια ζώα περιστασιακά χρησιμοποιούν «εργαλεία» για να πετύχουν κάτι, όπως ένας πίθηκος μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα ξύλο για να κατεβάσει πιο εύκολα και αποτελεσματικά ένα κλαδί με μπανάνες. Όμως, η τεράστια διαφορά έγκειται στο ότι ο άνθρωπος κατάφερε να κατασκευάσει τα δικά του εργαλεία, τα οποία εξυπηρετούσαν συγκεκριμένες και ποικίλες ανάγκες. Αυτή είναι μια εξέλιξη εξέχουσας σημασίας η οποία χρειάστηκε εκατομμύρια χρόνια για να επιτευχθεί. Είναι εντυπωσιακό το γεγονός ότι έχουν βρεθεί ενδείξεις χρήσης λίθινων εργαλείων 3,3 εκατομμύρια έτη π.Χ. πάνω σε απολιθωμένα κόκαλα ζώων². Την εποχή εκείνη, το πρώιμο ανθρωποειδές³ χρησιμοποιούσε τέτοιου τύπου εργαλεία, για να κόψει τη σάρκα αλλά και να εξάγει το μεδούλι από τα κόκαλα των θηραμάτων του. Από αυτή την σκοπιά, η ύπαρξη της τεχνολογίας προηγείται του σύγχρονου ανθρώπινου είδους, μιας και δεν κατάφεραν να επιβιώσουν όλοι οι πρόγονοι του ανθρώπου που έκαναν χρήση εργαλείων, παρά μόνο ο *Homo Sapiens*.

² Harmand, S., Lewis, J.E., Feibel, C.S., Lepre, C.J. 2015. "3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya". *Nature*, no. 521, σ. 310 - 315

³ Παρότι το σύγχρονο ανθρώπινο είδος είναι το *Homo sapiens* (200.000 π.Χ), η χρήση εργαλείων τοποθετείται σε πολύ προγενέστερη εποχή. Για μια πιο λεπτομερή περιγραφή, ενδιαφέρον έχει ο ακόλουθος σύνδεσμος. <http://humanorigins.si.edu/evidence/human-family-tree> (14/12/2014)

1.1.2. Παλαιολιθική περίοδος

Η παλαιολιθική περίοδος τοποθετείται χρονικά 3 εκ. χρόνια π.Χ. έως το 10.000 π.Χ. και χαρακτηρίζεται από τη χρήση λίθινων εργαλείων (Εικόνα 2). Οι άνθρωποι αυτής της περιόδου ζουν νομαδική ζωή οργανωμένη σε μικρές ομάδες και κύριος γνώμονας των τεχνολογικών επιτευγμάτων τους είναι η ανάγκη για επιβίωση και η προστασία από τις απειλές των άγριων ζώων. Μέσα στην πάροδο αυτού του τεράστιου χρονικού διαστήματος, οι τεχνικές σμίλευσης της πέτρας εξελίσσονται και δημιουργούν νέες προοπτικές και ανάγκες, όπως για παράδειγμα η ενσωμάτωση λαβής για να προστατεύεται το χέρι από τις μυτερές άκρες τις πέτρας.



Εικόνα 2. Διάφορα εργαλεία της λίθινης εποχής. (πηγή: <http://beautyscenario.com/wp-content/uploads/2015/06/Etienne-de-Swardt-Remarkable-People-Stone-Age-.jpg>) (12/10/14)

Μία ανακάλυψη υψίστης σημασίας είναι αυτή της φωτιάς (περίπου 400.000 π.Χ.). Στην πραγματικότητα, παρότι ο άνθρωπος γνώριζε την ύπαρξη της φωτιάς ως φυσικό φαινόμενο, το σημαντικό είναι ότι κατάφερε να την ελέγξει και πολύ αργότερα να την δημιουργήσει ο ίδιος μέσω τις τριβής. Πολλά

διαδοχικά στρώματα από κάρβουνο έχουν βρεθεί μέσα σε σπηλιές, γεγονός που αποδεικνύει την συνεχή συντήρησή της. Αργότερα, η φωτιά θα παίξει καταλυτικό ρόλο στην εξέλιξη του πολιτισμού, με κεντρικό στοιχείο την ανάπτυξη της *μεταλλουργίας*, αλλά και θα αποτελέσει ένα σημαντικό παράγοντα επιρροής σε θρησκευτικές και φιλοσοφικές αναζητήσεις που θα αλλάξουν άρδην την κοινωνική, πολιτιστική και τεχνολογική εικόνα της εποχής.

Στην παλαιολιθική εποχή έχουμε λιγοστά στοιχεία σχετικά με τις κατασκευές σπιτιών και γενικώς σταθερών καταλυμάτων και αυτό υποδεικνύει τον νομαδικό τρόπο ζωής. Παρόλα αυτά αξίζει να αναφερθεί ένα πλήθος από άλλες τεχνολογικές ανακαλύψεις και κατασκευές:

- Τόξα και ακόντια καθώς και άλλα όπλα
- Δίχτυα για ψάρεμα καθώς και σχεδίες για μεταφορά στο νερό
- Μαγείρεμα της τροφής με τη χρήση της φωτιάς
- Πρώτη χρήση ημερολογίων (γύρω στο 30000 π.Χ)
- Πληθώρα λίθινων εργαλείων
- Αρχή εξημέρωσης ζώων

Η ανάγκη του ανθρώπου για καλλιτεχνική έκφραση και δημιουργία έχει επίσης τις ρίζες της στην παλαιολιθική περίοδο. Υπάρχουν κάποια ευρήματα λίθων με αφαιρετική ανθρώπινη μορφή, τα οποία χρονολογούνται από το 500.000 π.Χ., χωρίς όμως να είναι αποδεδειγμένη η σμίλευσή τους από τον άνθρωπο. Τέτοια παραδείγματα είναι η Αφροδίτη του Ταν-Ταν⁴ και η Αφροδίτη του Μπέρεκατ Ραμ⁵. Παρόλα αυτά, οι αναμφισβήτητες αποδείξεις για τέτοιου τύπου δραστηριότητες προέρχονται από σπηλαιογραφίες⁶ καθώς και από τη χρήση διακοσμητικών στοιχείων του σώματος (βραχιόλια, κολιέ, χρωματισμένες πέτρες κτλ.). Μια ιδιαίτερη πτυχή αυτών των αναζητήσεων του ανθρώπου είναι και η δημιουργία συμβόλων, όπως τοιχογραφίες με μορφές μισή ανθρώπινη και μισή ζωική⁷, σύμβολα τα οποία υπονοούν πιο εξελιγμένες μορφές επικοινωνίας, θρησκευτικές και μαγικές πτυχές της ζωής καθώς και ανάπτυξη δεξιοτήτων

⁴ πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/Venus_of_Tan-Tan (10/12/14)

⁵ πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/Venus_of_Berekhat_Ram (10/12/14)

⁶ πηγή: <http://tvxs.gr/news/alles-texnes/spilaiografies-41000-eton> (10/12/14)

⁷ πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/Paleolithic#Art_and_music (10/12/14)

όπως η ομιλία και η μουσική. Δηλαδή, δημιουργούνται οι προϋποθέσεις για την ανάπτυξη λειτουργιών που δεν συνδέονται με την άμεση επιβίωση και την πρακτική χρησιμότητα, αλλά με την ανεύρεση νοήματος και σκοπού στις διάφορες καθημερινές δραστηριότητες, καθώς και στον περιβάλλοντα κόσμο.

1.1.3. Νεολιθική περίοδος

Η νεολιθική περίοδος αποτελεί την τελευταία περίοδο της εποχής του λίθου και εκτείνεται χρονικά από το 10000 π.Χ. έως το 3000 π.Χ., όπου και ξεκινάει η εποχή του χαλκού. Η ανάπτυξη της γεωργίας αποτελεί μια τεχνολογική επανάσταση η οποία άλλαξε άρδην το οικονομικό και κοινωνικό τοπίο των κοινωνιών. Βέβαια, η μετάβαση από τον νομαδικό τρόπο ζωής συνέβη σταδιακά και έγινε δυνατή κυρίως σε γεωγραφικές τοποθεσίες όπου το κλίμα ευνοούσε αυτή την εξέλιξη. Ο άνθρωπος, μην έχοντας πια την απόλυτη εξάρτηση από το κυνήγι, την αλιεία και την συλλογή καρπών, άρχισε να εγκαθίσταται σε γεωγραφικά μέρη δημιουργώντας μικρούς οικισμούς που θα αποτελέσουν και τον πυρήνα μιας εκ των μεγαλύτερων ανακαλύψεων, αυτήν της πόλης.

Ήδη από το 9500 π.Χ. οι Σουμέριοι έχουν αρχίσει να καλλιεργούν την γη αλλά το ίδιο συμβαίνει αργότερα και στη βόρεια Μεσοποταμία όπου καλλιεργείται το σιτάρι και το κριθάρι. Επίσης, η εξημέρωση των ζώων είναι ένας άλλος σημαντικός τεχνολογικός νεωτερισμός καθώς ο άνθρωπος αξιοποιεί πλέον την μυϊκή δύναμη των ζώων, όντας πολύ μεγαλύτερη από τη δική του. Ο νέος αυτός τρόπος ζωής δημιουργεί ανάγκες και προκαλεί αλυσιδωτές αντιδράσεις στην τεχνολογική ανάπτυξη και την κοινωνία. Πράγματι, η νεολιθική περίοδος αποτελεί μια εποχή μεγάλης τεχνολογικής καινοτομίας, της οποίας τα επιτεύγματα διατηρήθηκαν ακέραια μέσα στους επόμενους αιώνες και απλώς τελειοποιήθηκαν ή άλλαξαν μορφή.

Η αγγειοπλαστική και η κεραμική, η κατασκευή και χρήση πληθώρας εργαλείων για τριβή, κρούση, κοπή, λείανση και άλλες χρήσεις καθώς και η κατασκευή εργαλείων για την καλλιέργεια της γης σε συνδυασμό με την εκτροφή και εξημέρωση ζώων (πρόβατα, κατσίκια, σκύλους, χοίρους κτλ.) συνθέτουν το γενικό τοπίο των τεχνολογικών μέσων. Συν τοις άλλοις, κατά την νεολιθική περίοδο έχουμε δείγματα μεγάλων λίθινων κατασκευών, οι οποίες

απαιτούσαν τεράστιο μόχθο και δύναμη για να δημιουργηθούν όπως το περίφημο Romberg Stone Circle⁸ στην Ιρλανδία και το Stonehenge⁹ στην Αγγλία. Αυτές οι κατασκευές υποδεικνύουν την ύπαρξη κοινωνικής οργάνωσης και σκοπού, γιατί η κατασκευή τους είναι αδύνατη από μεμονωμένες ανθρώπινες μονάδες. Βέβαια, εκτός από τέτοιου τύπου υπέρ-κατασκευές της εποχής, οι άνθρωποι εξέλιξαν και τις τεχνικές οικοδόμησης μόνιμων κατοικιών, κάτι που έγινε απαραίτητο λόγω του νέου τρόπου ζωής. Χαρακτηριστικά, στην Πολιόχνη της Λήμνου έχει ανασκαφεί σημαντικός νεολιθικός οικισμός που μαρτυρεί την ύπαρξη κοινωνικής οργάνωσης, καθώς εκτός από τις οικίες περιλαμβάνει σιταποθήκες και βουλευτήριο ως κέντρο λήψης αποφάσεων και χώρο συζητήσεων των κατοίκων¹⁰.

1.1.4. Εποχή του Χαλκού

Με την εξάπλωση της μεταλλουργίας και την επικράτηση των μεταλλικών εργαλείων και όπλων σε πολλές γεωγραφικές περιοχές μπαίνουμε πλέον στην εποχή του χαλκού (3000–1000 π.Χ.). Παρότι οι πρώτοι μεταλλουργοί γνώριζαν κάποιες τεχνικές για την επεξεργασία μαλακών μετάλλων, όπως ο χρυσός, το ασήμι και ο χαλκός, η χρήση τους είχε κυρίως διακοσμητικό χαρακτήρα. Κατά συνέπεια, η εξάρτηση της κοινωνίας από αυτά τα μέταλλα, σε τεχνικό και οικονομικό επίπεδο, ήταν περιορισμένη.

Η μεγάλη αλλαγή πραγματοποιήθηκε όταν ανακαλύφθηκε η εξόρυξη μετάλλων, καθώς και τα κράματα, όπως ο χαλκός με τον κασσίτερο που παράγουν τον μπρούτζο, τα οποία επηρέασαν πολλές πτυχές της ζωής. Η ανάγκη για την ανεύρεση των απαραίτητων πρώτων υλών, ιδιαίτερα του κασσίτερου ο οποίος σπάνιζε στη Μέση Ανατολή, οδήγησε στην αναζήτησή του σε μακρινές περιοχές και στην ανάπτυξη τεχνικών εξόρυξης. Αυτό, με τη σειρά

⁸ πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/Drombeg_stone_circle (14/12/14)

⁹ πηγή: *Encyclopædia Britannica Online*, s. v. "Stonehenge", (14/12/14)
<https://www.britannica.com/topic/Stonehenge>.

¹⁰ Περισσότερες λεπτομέρειες μπορεί κανείς να διαβάσει στους ακόλουθους συνδέσμους:
<http://www.archaiologia.gr/wp-content/uploads/2011/07/50-2.pdf> (16/10/2014)
http://odysseus.culture.gr/h/3/gh351.jsp?obj_id=2534 (16/10/2014)

του, επέφερε μια μεγάλη άνθιση του *εμπορίου* και την διάδοση των τεχνικών μεταλλουργίας αλλά και άλλων πολιτισμικών στοιχείων. Η τέχνη της μεταλλουργίας απέκτησε μια σημαντική κοινωνική θέση, οπότε μπορούμε να συμπεράνουμε και την μεγάλη εξάρτηση της κοινωνίας από αυτή την τεχνολογική γνώση.

Θα πρέπει βέβαια, να γίνει σαφές ότι η μετάβαση στην εποχή των μετάλλων έγινε σταδιακά και μάλιστα όχι ταυτόχρονα σε όλα τα γεωγραφικά μέρη. Παρόλα αυτά, οι τεχνολογικές ανακαλύψεις της νεολιθικής περιόδου και κυρίως η συνεχής ανάπτυξη της γεωργίας, είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση του πληθυσμού και την ανάγκη δημιουργίας νέων δομών οικονομικής και κοινωνικής οργάνωσης, οπότε και μπορούμε πλέον να μιλάμε για την ανάπτυξη της *πόλης* καθώς και την εμφάνιση των πρώτων πολιτισμών. Δεν αποτελεί τυχαίο γεγονός το ότι την περίοδο αυτή εμφανίστηκε το πρώτο σύστημα γραφής, η σφηνοειδής γραφή, την οποία χρησιμοποίησαν πρώτοι οι Σουμέριοι κατά το 3000 π.Χ καθώς και άλλοι λαοί, που επηρεάστηκαν από αυτούς, όπως οι Πέρσες και οι Χετταίοι. Επίσης, οι Σουμέριοι πρώτοι παρατήρησαν τον ουρανό και σχεδίασαν τις κινήσεις των ουράνιων σωμάτων. Εμφανίζονται μάλιστα τα πρώτα συστήματα αρίθμησης, ανοίγοντας τον δρόμο για να λυθούν μια σειρά από πρακτικά προβλήματα, όπως η μέτρηση της γης, του βάρους, του χρόνου κλπ. Μέσα από την σύνθεση αυτών των στοιχείων δημιουργούνται και οι πρώτες σχέσεις μεταξύ της τεχνολογίας και της επιστήμης και ίσως αρχίζει η μεγάλη ιστορική οδός της διαφοροποίησής τους.

Συνοψίζοντας, παραθέτουμε μια λίστα με τα σημαντικότερα τεχνολογικά επιτεύγματα της εποχής του χαλκού:

- Ανάπτυξη της μεταλλουργίας και ανακάλυψη της εξόρυξης μετάλλων από ορυκτή ύλη
- Ανακάλυψη του κράματος μετάλλων
- Ανακάλυψη της γραφής και των αριθμητικών συστημάτων
- Ανάπτυξη των τεχνικών καλλιέργειας της γης και δημιουργία συστημάτων άρδευσης
- Εξέλιξη της ναυσιπλοΐας και δημιουργία караβιών ικανών για ταξίδι στην ανοιχτή θάλασσα.
- Ανακάλυψη τεχνικών πλοήγησης

- Κατασκευή ειδών κεραμικής, κοσμημάτων και άλλων τεχνουργημάτων
- Ανακάλυψη του τροχού
- Μεγάλη εξέλιξη στην κατασκευή κτισμάτων (Πυραμίδες της Αιγύπτου, Ζιγκουράτ της Μεσοποταμίας)

1.1.5. Η εποχή του Σιδήρου, η Κλασική Ελλάδα και ο Ρωμαϊκός Πολιτισμός

Κατά το τέλος της 2^{ης} χιλιετίας π.Χ άρχισε να εξαπλώνεται η χρήση του σιδήρου¹¹. Αν και αυτό το μέταλλο ήταν γνωστό στους Αιγύπτιους από πολύ παλαιότερα, η χρήση του είχε κυρίως διακοσμητικό χαρακτήρα λόγω της δυσκολίας να βρεθεί σε καθαρή μορφή. Δηλαδή, οι τεχνικές χύτευσης του σιδήρου απαιτούσαν μεγάλες θερμοκρασίες και ειδικά καμίνια και χυτήρια, τα οποία δεν υπήρχαν στην διάθεση των μεταλλουργών της εποχής. Σε αυτό ακριβώς το σημείο υπήρξε η μεγάλη τεχνολογική προσφορά του Ελληνικού και Ρωμαϊκού πολιτισμού, δηλαδή στην ανακάλυψη της απόληψης και χύτευσης του ορυκτού σιδήρου και τη βελτίωση του προϋπάρχοντος εξοπλισμού για την επίτευξή της.

Αξιοσημείωτες ανακαλύψεις έγιναν και στον τομέα της μηχανικής και ξεχώρισαν προσωπικότητες που συνεισέφεραν τα μέγιστα στην ανθρωπότητα. Ο Αρχιμήδης είναι ένας από τους γνωστότερους, ως μηχανικός, εφευρέτης και ένας από τους μεγαλύτερους μαθηματικούς όλων των εποχών. Οι μηχανικές του εφευρέσεις περιλαμβάνουν το ατμοβόλο, τα εμπρηστικά κάτοπτρα, το λιθοβόλο και γερανούς ανέγερσης, τα οποία χρησιμοποίησε για την υπεράσπιση των Συρακουσών κατά την πολιορκία τους από τους Ρωμαίους το 212 π.Χ. Σημαντική επίσης ανακάλυψη είναι και αυτή του ατέρμονος κοχλία, του οποίου

¹¹ Παλαιότερα, επικρατούσε η άποψη ότι οι Χετταίοι κρατούσαν κρυφή την τέχνη της επεξεργασίας του σιδήρου και με την πτώση της αυτοκρατορίας τους (15^{ος} αιώνας π.Χ), αυτή διαδόθηκε και στους λαούς της Μεσογείου. Όμως τα αρχαιολογικά ευρήματα σε καμία περίπτωση δεν επιβεβαιώνουν μια τέτοια θεωρία.

οι πρακτικές εφαρμογές είναι πολυάριθμες, καθώς και η ανακάλυψη της φυσικής αρχής της άνωσης. Μεγάλη προσφορά στον τομέα της μηχανικής έδωσαν και οι Αλεξανδρινοί μηχανικοί, όπως ο Φίλων ο Βυζάντιος και ο Ήρων ο Αλεξανδρινός που θεωρείται και ο πρώτος που σκέφτηκε να αξιοποιήσει την δύναμη του ατμού. Είναι γεγονός πως όλες αυτές οι ανακαλύψεις, παρ' όλη τη σημαντικότητά τους, δεν βρήκαν πάντα την απαραίτητη πρακτική εφαρμογή και πολλές φορές έμειναν στην αφάνεια, μέχρι να δημιουργηθούν οι κατάλληλες κοινωνικό-οικονομικές συνθήκες για την αξιοποίησή τους. Πάντως, σημαντική είναι η συνεισφορά του ρωμαϊκού πολιτισμού στην εξάπλωση της περιστροφικής κίνησης¹², η οποία μέσω των κατάλληλων μηχανών έλυσε μια πληθώρα πρακτικών προβλημάτων, όπως αυτό της ανύψωσης μεγάλων βαρών, την μεταφορά υδάτινων πόρων για αρδευτικούς σκοπούς και της παραγωγής αλευριού από δημητριακά¹³.

Σαφώς, η εποχή του σιδήρου καθόρισε και την τεχνολογία της γεωργίας καθώς κατασκευάστηκαν σιδερένια εργαλεία (άροτρο, υνί) τα οποία είχαν πολύ μεγαλύτερη αντοχή και διεισδυτικότητα, πράγμα σημαντικό για το όργωμα άγονων εδαφών. Από την άλλη, η τεχνολογία της δόμησης στον αρχαίο ελληνικό κόσμο δεν γνώρισε ιδιαίτερη άνθιση, από τη σκοπιά της τεχνολογικής καινοτομίας φυσικά, και όχι της αισθητικής και μαθηματικής τελειότητας. Παρόλα αυτά, όπως επισημαίνει και ο Robert Angus Buchanan (2014), ο Ρωμαϊκός κόσμος έχει να επιδείξει καινοτομίες σε αυτόν τον τομέα, χρησιμοποιώντας υλικά όπως το πυρότουβλο, το πλακάκι και ένα είδος τσιμέντου που ήταν ανθεκτικό στο νερό¹⁴. Μέσα από τις κατασκευές της εποχής όπως οι δρόμοι, τα υδραγωγεία, οι γέφυρες, τα αμφιθέατρα κτλ., γίνεται φανερή

¹² Ο Ρωμαίος μηχανικός Βιτρούβιος (1^{ος} αιώνας π.Χ) στο έργο του *De architectura* έδωσε μια αναλυτική περιγραφή του νερόμυλου, η χρήση του οποίου επεκτάθηκε σε μεγάλο μέρος του Ρωμαϊκού κόσμου. Επίσης κάτω από το Κολοσσαίο της Ρώμης υπάρχει μια περίπλοκη υποδομή με μηχανές ανύψωσης και διαχείρισης, όλες βασισμένες στην στροφική κίνηση.

¹³ Επίσης στην αρχαιότητα σε ευρεία χρήση βρίσκονταν και οι ανθρωπόμυλοι καθώς και οι ζωόμυλοι. Περισσότερα και για τους νερόμυλους <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/187279/energy-conversion/45921/Waterwheels> (25/12/14)

¹⁴ Buchanan, R. A., 2014. History of technology. Encyclopædia Britannica Online. πηγή: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/1350805/history-of-technology> (16/12/14)

η προσπάθεια να αξιοποιηθούν αρχιτεκτονικά στοιχεία όπως η αψίδα και ο θόλος, τα οποία απαιτούσαν μια ιδιαίτερη στατική μελέτη.



Εικόνα 3. Δίκτυο ρωμαϊκών υδραγωγείων. Μια ζωγραφιά του Michael Zeno Diemer, Μουσείο Μονάχου. (πηγή: <http://engineeringhistory.tumblr.com/post/86403513599/a-series-of-roman-aqueducts-as-painted-by-michael>) (22/5/15)



Εικόνα 4. Το υδραγωγείο στη Segovia (Ισπανία), το οποίο χτίστηκε κατά την αυτοκρατορία του Τραϊανού (98-117 π.Χ), ώστε να μεταφέρει νερό σε απόσταση 10 χλμ. από τον Frio ποταμό μέχρι την πόλη της Segovia. (Πηγή : <https://romanencyclopedia.wikispaces.com/Aqueducts>) (22/5/15)

Τεχνολογικά επιτεύγματα αυτής της περιόδου θα μπορούσαν να θεωρηθούν και κάποια προϊόντα σχετικά με την πολεμική βιομηχανία, όπως οι

τριήρεις της κλασσικής Ελλάδας ή οι καταπέλτες των Ρωμαίων. Σε κανένα βαθμό όμως αυτά δεν μπορούν να συγκριθούν με την προσφορά αυτών των πολιτισμών στους τομείς της φιλοσοφίας, της επιστήμης και της τέχνης. Η τεράστια επιρροή τους κυριολεκτικά διαμόρφωσε την ιστορική πορεία της φιλοσοφίας και της επιστήμης και οδήγησε τον άνθρωπο στην αναζήτηση μιας ανώτερης πνευματικότητας, στην εύρεση της αλήθειας για τα πράγματα και τον κόσμο που τον περιβάλλει. Τότε, τέθηκαν τα θεμέλια για την επιστημονική αναζήτηση, μέσω της λογικής θεμελίωσης, της καταγραφής των στοιχείων, της παρατήρησης και της λογικής απόδειξης.

1.1.6. Η Τεχνολογία των Μεσαιωνικών χρόνων

Η εποχή του Μεσαίωνα καλύπτει ένα μεγάλο χρονικό μέρος της ευρωπαϊκής ιστορίας, από τον 5^ο αιώνα μ.Χ. και την κατάρρευση της δυτικής Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας, μέχρι το τέλος του 15^{ου} αιώνα και την εμφάνιση της αποικιοκρατίας στη δυτική Ευρώπη. Αν σκεφτεί κανείς αυτά που είχαν να επιδείξουν ο αρχαίοι πολιτισμοί σε επίπεδο σκέψης, φιλοσοφίας, τεχνολογίας κτλ. πρόκειται για μια εποχή η οποία δεν προχώρησε πιο μπροστά την παρακαταθήκη του παρελθόντος αλλά στην καλύτερη περίπτωση διατήρησε ένα μέρος της. Κατά την διάρκεια του Μεσαίωνα λόγω της έλλειψης επαρκών στοιχείων και αρχείων, γίνεται δύσκολο να διακρίνουμε αν κάποιες τεχνολογικές καινοτομίες εισήχθησαν από άλλους πολιτισμούς ή όχι, τη στιγμή μάλιστα που κάποιες φορές οι ίδιες ανακαλύψεις εμφανίζονται ταυτόχρονα σε διάφορους πολιτισμούς. Πάντως, αφενός υπήρξαν εντελώς νέες ανακαλύψεις όπως ο ανεμόμυλος και το μπαρούτι και αφετέρου τεχνικές και γνώση που μεταφέρθηκαν κυρίως από την Ανατολή όπως η επεξεργασία του μεταξιού, η μαγνητική πυξίδα η παρασκευή χαρτιού και άλλα.

Κατά τον 5^ο μ.Χ αιώνα λοιπόν, η Ρωμαϊκή αυτοκρατορία βρισκόταν στο απόλυτο χάος λόγω των εισβολών γερμανικών φύλων όπως οι Τεύτονες, οι Βησιγότθοι, οι Βάνδαλοι και άλλοι. Αν και θεωρήθηκαν απολίτιστοι από τον Ρωμαϊκό κόσμο είναι πιθανό να έφεραν μαζί τους κάποιες πολύτιμες τεχνικές στην κατασκευή ισχυρών και ανθεκτικών σιδερένιων εργαλείων και όπλων. Παρότι έχουμε λιγοστά στοιχεία για την εμφάνιση του βαρέως τύπου αρότρου,

το οποίο έμπαινε βαθιά στη γη και γυρνούσε το χώμα, θεωρείτε ότι ίσως αυτοί οι λαοί ήταν από τους πρώτους που το χρησιμοποίησαν. Η χρήση αυτού του βαρέως τύπου αρότρου βοήθησε στο να γίνουν πιο αποτελεσματικές οι καλλιεργητικές εργασίες αλλά και στο να οργωθούν δύσκολα και βαριά εδάφη όπως αυτά της δυτικής και βόρειας Ευρώπης. Βέβαια, θα πρέπει να πούμε πως η δύναμη που απαιτούνταν για να δουλευτεί αυτό το νέο εργαλείο ήταν πολύ μεγαλύτερη από προγενέστερα, γεγονός που δημιούργησε νέες ανάγκες στον τομέα αυτό.

Η χρήση της δύναμης των αλόγων στην γεωργία αποτέλεσε μια σημαντική αλλαγή μετά το 1000 μ.Χ. Παρότι η συντήρηση και η σίτισή τους ήταν πιο δαπανηρές από των αγελάδων η αντιστάθμιση ερχόταν από την πολλαπλάσια δύναμή τους, την ταχύτητα και την αντοχή τους. Κατά συνέπεια, αυξήθηκε η απόδοση των αγρών, οι μεταφορές έγιναν ταχύτερες κάνοντας επιτρεπτή την εργασία και σε πιο μακρινούς αγρούς και το εμπόριο αναπτύχθηκε αναλόγως. Αξίζει να αναλογιστεί κανείς πως ο πληθυσμός της δυτικής Ευρώπης, από 9 εκατομμύρια το 700 μ.Χ. διπλασιάστηκε μέχρι το 1100 μ.Χ., δηλαδή μέσα σε 400 χρόνια και διπλασιάστηκε ξανά το 1300 μ.Χ. σε 36 εκατομμύρια, δηλαδή μέσα σε 200 χρόνια. Δύο σημαντικές τεχνολογικές καινοτομίες που συνδέονται με τα άλογα είναι πρώτον, η δημιουργία σιδερένιων πετάλων για την προστασία των ευαίσθητων οπλών τους και δεύτερον η κατασκευή ενός διαφορετικού τύπου χαλιναριού. Σε παλαιότερες εποχές, το είδος των χαλιναριών που χρησιμοποιούνταν “έπνιγαν” το άλογο περιορίζοντας την αναπνοή του και κατά συνέπεια μειώνοντας την αντοχή του. Η καινοτομία συνίσταται στο ότι με αυτό τον νέο τύπο χαλιναριού, το άλογο μπορούσε να αποδώσει την μέγιστη δύναμή του, με προφανή οφέλη στην γεωργία, τις μεταφορές και το εμπόριο.

Σημαντικές τεχνολογικές καινοτομίες, και πάλι στον τομέα της ενέργειας, έχουν να κάνουν με την τιθάσευση της δύναμης του νερού και του ανέμου. Ο λόγος για τους ανεμόμυλους και τους νερόμυλους η εξάπλωση των οποίων ήταν χωρίς προηγούμενο στην Μεσαιωνική Ευρώπη. Η τεχνολογική αυτή εφεύρεση εμφανίστηκε πολύ πριν την εποχή του μεσαίωνα και περιγράφεται από Έλληνες μηχανικούς της εποχής του Αρχιμήδη, περίπου το 200 π. Χ. Μάλιστα, οι μύλοι χρησιμοποιήθηκαν και από τους Ρωμαίους αλλά όχι σε μεγάλη έκταση, ίσως

γιατί οι κοινωνικές ανάγκες που ικανοποιούσε το έργο των μύλων δεν ήταν τόσο έντονες όπως εκείνες των μεσαιωνικών χρόνων. Το 1086 μ.Χ καταγράφηκαν στην Αγγλία 5600 νερόμυλοι και από τότε και εφεξής όλο και πολλαπλασιάζονταν σε αριθμό αλλά και σε τρόπους χρήσης. Παρότι η κύρια και αρχική εργασία που επιτελούσαν οι μύλοι ήταν το άλεσμα των σιτηρών σταδιακά χρησιμοποιήθηκαν και σε άλλες εργασίες όπως η ανύψωση νερού για πότισμα, το καθάρισμα και αφράτεμα του μαλλιού, την παρασκευή χαρτιού, τις σιδηρουργικές εργασίες και άλλα. Παρόμοιες εργασίες αφορούσαν και τους ανεμόμυλους, οι οποίοι μέσω των λεπίδων τους μετέτρεπαν την αιολική σε μηχανική ενέργεια.

Διάφοροι μηχανισμοί όπως τα μηχανικά ρολόγια εξαπλώθηκαν και ενσωματώθηκαν στην καθημερινή ζωή κατά την διάρκεια του Μεσαίωνα κατά τον 14^ο και 15^ο αιώνα. Δεν βρίσκονταν βέβαια στα σπίτια των απλών, φτωχών αγροτών αλλά στους ναούς, στα μεγάλα κτήρια των πόλεων και στα σπίτια των πλουσίων αν και από τον 15^ο αιώνα καταγράφεται η ύπαρξη και ρολογιών τσέπης. Αν και η εφεύρεση του ρολογιού χάνεται μέσα στους αιώνες πριν την εποχή του Μεσαίωνα, είναι μεγάλης σημασίας πως εκείνη την εποχή άρχισε να διαμορφώνεται μια διαφορετική αντίληψη για το πως έπρεπε να γίνει κατανοητός ο φυσικός κόσμος. Μέχρι τότε, η φύση υπερείχε κάθε ανθρώπινης τέχνης και ήταν αδύνατο και ανήθικο οι άνθρωποι να την μιμηθούν ή και να προχωρήσουν σε συγκρίσεις με αυτό το θεόπνευστο σχέδιο. Με βάση αυτή την λογική, δεν ήταν δυνατή η χρήση τεχνητών μηχανισμών για την εξέταση του φυσικού κόσμου¹⁵. Με την απόρριψη όμως αυτής της κοσμοθεωρίας ανοίγει πλέον ο δρόμος για την ανάπτυξη μια μηχανιστικής φιλοσοφίας της φύσης, γεγονός κομβικής σημασίας για την επιστημονική επανάσταση που πρόκειται να ακολουθήσει. Έτσι λοιπόν, τα ρολόγια και οι μηχανισμοί τους, οι οποίοι μάλιστα εκτίθενται πολλές φορές και σε κοινή θέα, αποτέλεσαν ένα τρόπο γαλούχησης της κοινωνίας αλλά και μια πηγή έμπνευσης των φιλοσόφων για το πως μπορούσε να λειτουργεί ο φυσικός κόσμος.

Τέλος, κάποιες άλλες ανακαλύψεις που διαδόθηκαν κυρίως κατά το τέλος του Μεσαίωνα, δηλαδή 14^ο και 15^ο αιώνα, είναι η χρήση της πυρίτιδας σε πολεμικό εξοπλισμό και η κατασκευή πλοίων ικανών να ταξιδέψουν στην

¹⁵ SHAPIN, S. 2003. *Η Επιστημονική Επανάσταση*, μτφ. Καρκάνης, Η., Κάτοπτρο, Αθήνα. σ. 57

ανοιχτή θάλασσα και τον ωκεανό. Η χρήση της μαγνητικής πυξίδας έδωσε την δυνατότητα για πλοήγηση παντός καιρού και άνοιξε τον δρόμο για την αποικιοκρατική εξάπλωση της Ευρώπης τους επόμενους αιώνες. Ίσως τελικά, το μεγαλύτερο τεχνολογικό επίτευγμα της ύστερης Μεσαιωνικής περιόδου στον Ευρωπαϊκό κόσμο ήταν η μεταμόρφωση μιας καθαρά αγροτικής οικονομίας, η οποία οριακά παρείχε τα προς το ζην σε μεγάλα μέρη του πληθυσμού, σε μια οικονομία εμπορίου, βιοτεχνίας και γεωργίας με προοπτική και σταθερό ρυθμό προόδου.

1.1.7. Η Αναγέννηση, η επιστημονική επανάσταση και η σύγχρονη ψηφιακή εποχή

Η μετάβαση από τον Μεσαίωνα στην Αναγέννηση δεν μπορεί να θεωρηθεί ως μια συγκεκριμένη ιστορική στιγμή ή ως ένα μεμονωμένο γεγονός. Πάντως είναι αποδεκτό πως από τα μέσα του 15^{ου} αιώνα και εφεξής ο Ευρωπαϊκός κόσμος έχει εισέλθει στην περίοδο της Αναγέννησης. Τα περισσότερα κείμενα του αρχαίου πνεύματος, κυρίως το έργο των Ελλήνων φιλοσόφων, έχουν ανακαλυφθεί από τους λογίους μέχρι τον 15^ο αιώνα. Μάλιστα, στην εξάπλωσή τους βοήθησε η ανακάλυψη της τυπογραφίας από τον Gutenberg (1398 - 1468). Αυτό, λοιπόν, που συμβαίνει στην Αναγέννηση θα μπορούσαμε να πούμε πως είναι μια σταδιακή απαγκίστρωση από τις θεωρίες του αρχαίου Ελληνικού πνεύματος, ή καλύτερα η αναζήτηση μιας νέας φιλοσοφικής και επιστημονικής ταυτότητας. Θεωρίες που για ολόκληρες εκατονταετίες θεωρούνταν δεδομένες, όπως για παράδειγμα οι Αριστοτελικοί νόμοι της κίνησης, η θεωρία του Πτολεμαίου στην αστρονομία και η ιατρική του Γαληνού άρχισαν να αμφισβητούνται από τους επιστήμονες του 16^{ου} αιώνα ύστερα από την υιοθέτηση της παρατήρησης και του πειράματος ως μεθόδους για την ανακάλυψη των φυσικών νόμων.

Η τεχνολογία της Αναγέννησης, λοιπόν, βοήθησε σε ακριβώς αυτή την εξερεύνηση του φυσικού κόσμου μέσω των πειραμάτων. Κλασικό παράδειγμα αυτής της σχέσης είναι η χρήση του τηλεσκοπίου για την παρατήρηση των ουρανών από τον Γαλιλαίο και άλλους αστρονόμους. Επίσης, αν αναλογιστεί κανείς ότι μέσα σε 50 χρόνια, από το 1450 - 1500, τυπώθηκαν 10 εκατομμύρια

βιβλία αυτό δεν μπορεί παρά να έχει τεράστια επίδραση στην ανάπτυξη της επιστήμης. Οι επιστήμονες μπορούσαν πια να έχουν στην κατοχή τους βιβλία, να συγκρίνουν πληροφορίες και θεωρίες και να τις επαληθεύουν ή να τις διαψεύδουν μελετώντας την φύση και όχι συγκρίνοντας τις προϋπάρχουσες πηγές, όπως γινόταν παλαιότερα. Διάφορες εργασίες επιστημόνων της εποχής, όπως ο Boyle (1627 – 1691) και οι ανακαλύψεις του σχετικά με τις ιδιότητες των αερίων, ο Γερμανός Otto von Guericke (1602 – 1686) και η ανακάλυψη του κενού αέρος καθώς και ο γάλλος Denis Papin (1647 – 1712) που εφηύρε την πρώτη χύτρα ταχύτητας, αυξάνοντας την πίεση του ατμού, όλα αυτά οδήγησαν στην μεγάλη τεχνολογική καινοτομία που λέγεται ατμομηχανή και έμελλε να μεταμορφώσει την οικονομία και την κοινωνία του δυτικού Ευρωπαϊκού χώρου.

Η εφεύρεση της ατμομηχανής αποδίδεται στον Βρετανό Thomas Newcomen (1664 – 1729) εν έτη 1712, αλλά όπως θα δούμε αναλυτικότερα σε επόμενο κεφάλαιο ήταν ο James Watt (1736- 1819) που με τις τροποποιήσεις του την έκανε επαρκώς αποδοτική για να μπορεί πραγματικά να παίξει ένα καθοριστικό ρόλο στον τομέα της ενέργειας. Στην αρχή η ατμομηχανή λειτουργούσε με την ατμοσφαιρική πίεση όμως η ανάπτυξη που επήλθε στον τομέα της μεταλλουργίας και ειδικά στην ποιότητα του σιδήρου έκανε δυνατή τη χρήση υψηλότερης πίεσης, με συνέπεια την αύξηση των θερμοκρασιών και άρα της απόδοσης. Μετέπειτα προστέθηκαν και παραπάνω κύλινδροι αυξάνοντας περαιτέρω τις δυνατότητες της μηχανής και τις εφαρμογές της. Η ανάπτυξη των σιδηροδρόμων και παράλληλα των τρενομηχανών είχε μεταμορφώσει μέχρι τα τέλη του 19^{ου} αιώνα το εμπόριο, της επικοινωνίας και τις μεταφορές. Επίσης, η εξάπλωση των ατμομηχανών κατά την διάρκεια του 19^{ου} αιώνα επέφερε τρομακτικές αλλαγές στην βιοτεχνία, της υφαντουργείας και στην μεταλλουργία αφού πλέον οι μύλοι λειτουργούσαν με την δύναμη του ατμού. Αυτό φυσικά, επέφερε μεγάλες αλλαγές στον καταμερισμό της εργασίας μιας και η δύναμη των ανθρώπων ή των ζώων αντικαταστάθηκε από εκείνη του ατμού.

Κατά τον 19^ο αιώνα έγιναν επίσης πολλές ανακαλύψεις στον τομέα του ηλεκτρισμού. Μέχρι τα μέσα του 19^{ου} αιώνα φυσικοί όπως ο Alessandro Volta (1745 – 1827), ο Michael Faraday (1791 – 1867), ο Georg Ohm (1789 – 1854) έκαναν αξιοσημείωτες ανακαλύψεις όπως για παράδειγμα την εφεύρεση της

μπαταρίας, τον ηλεκτροκινητήρα και άλλα. Όμως αντίστοιχη ανάπτυξη είχε και η επιστήμη του ηλεκτρισμού κάνοντας δυνατή την κατανόησή των αρχών που τον διέπουν και την σύνδεσή του με τον μαγνητισμό. Στα τέλη του 19^{ου} αιώνα και στις αρχές του 20^{ου} ο ηλεκτρισμός αποτελούσε μια νέα επανάσταση στον τομέα της ενέργειας και των επικοινωνιών οδηγώντας τον κόσμο στην σύγχρονη εποχή του 20^{ου} αιώνα, μια εποχή όπου οι αποστάσεις όλο και θα μικραίνουν και οι ταχύτητες θα μεγαλώνουν κάνοντας δυνατή την διεθνοποίηση του κόσμου.

Η τεχνολογική ανάπτυξη σε πολλούς τομείς που έλαβε χώρα κατά την διάρκεια του 20^{ου} αιώνα, μέσα σε μερικές δεκαετίες, ξεπερνάει κατά πολύ την τεχνολογική ανάπτυξη όλης της προηγούμενης καταγεγραμμένης ιστορίας. Η εφεύρεση του αεροπλάνου, η πυραυλική και διαστημική τεχνολογία, η ανακάλυψη των αντιβιοτικών, η ατομική ενέργεια, η εφεύρεση νέων υλικών και η ανάπτυξη των ηλεκτρονικών συσκευών καθώς και των ηλεκτρονικών υπολογιστών είναι μόνο μερικά από τα θαυμαστά επιτεύγματα του 20^{ου} αιώνα. Όλα αυτά δημιούργησαν νέες επιλογές και άνοιξαν δρόμους και προοπτικές που κανείς δεν είχε φανταστεί πριν, δημιούργησαν όμως και πολλούς κινδύνους και την ανάγκη επαναπροσδιορισμού αξιών και φιλοσοφικών θέσεων. Οι δύο παγκόσμιοι πόλεμοι που συγκλόνισαν την ανθρωπότητα με τον τραγικό απολογισμό εκατομμυρίων νεκρών, τα πυρηνικά ατυχήματα, η ραγδαία επιδείνωση της βιοποικιλότητας του πλανήτη μας λόγω της ρύπανσης και των καταστροφών που οφείλονται στις ενέργειες του ανθρώπου, η δυνατότητα κλωνοποίησης της ζωής, όλα αυτά τα θέματα έθεσαν πολύ πιο επιτακτικά τα ερωτήματα σχετικά με την χρήση της επιστήμης και της τεχνολογίας καθώς την ευθύνη, που επιβαρύνει τους επιστήμονες, τους εφευρέτες, αλλά και τους χρήστες της. Η ανακάλυψη του διαδικτύου σε συνδυασμό με την εξάπλωση και της χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών συνέδεσε όλο τον κόσμο σε μια γιγάντια, διεθνοποιημένη σφαίρα, επιφέροντας τρομακτικές αλλαγές στους τομείς της οικονομίας αλλά και της πολιτικής και κοινωνικής ζωής. Με ραγδαίο ρυθμό αναπτύχθηκαν επίσης και πολλοί επιστημονικοί κλάδοι όπως αυτός της ψυχολογίας και της ιατρικής αλλά και παλιότεροι, παραδοσιακοί κλάδοι των φυσικών επιστημών όπως η αστρονομία και η κοσμολογία. Η πρόσφατη μεγάλη ανακάλυψη βαρυτικών κυμάτων από επιστήμονες του MIT μέσω του

παρατηρητηρίου βαρυτικών κυμάτων μέσω συμβολής λέιζερ (LIGO) άφησε ανοιχτή την πεποίθηση πως είμαστε κοντά στο να ανακαλύψουμε την αρχή της γέννησης του σύμπαντος αλλά και τα υπόλοιπα μυστικά που κρύβει μέσω των βαρυτικών κυμάτων.

Όλες αυτές οι προοπτικές και οι δυνατότητες που ανοίχτηκαν στο ανθρώπινο είδος μας φέρνουν στον 21^ο αιώνα της ψηφιακής και διαστημικής εποχής, μιας εποχής όμως που όχι μόνο δεν κατάφερε να ελέγξει και να αποκλείσει τις ανισότητες σε παγκόσμιο επίπεδο, αλλά δημιούργησε ένα τεράστιο χάσμα πλούτου ανάμεσα σε διάφορες κοινωνικές ομάδες, με ανθρώπους και παιδιά να πεθαίνουν από έλλειψη τροφής και νερού και άλλους να πεθαίνουν από την πολυφαγία και την ασυδοσία της κουλτούρας τους. Η δύναμη που έχει πλέον ο άνθρωπος στα χέρια του είναι τόσο μεγάλη που δυνητικά μπορεί να αφανίσει τον πλανήτη μέσα σε λίγες ώρες· μένει να δούμε λοιπόν, πως η ανθρωπότητα θα διαχειριστεί όλες αυτές τις δυνατότητες και προς τα που θα στραφούν οι συζητήσεις και τα ερωτήματα της φιλοσοφίας σχετικά με την επιστήμη, την τεχνολογία και την κοινωνία. Μέσα από τα επόμενα κεφάλαια θα διερευνήσουμε την φύση την τεχνολογίας με σκοπό να θέσουμε το κατάλληλο πλαίσιο για την κατανόησή της καθώς και για την σύνδεσή της με την επιστήμη.

1.2. Οι σχέσεις της Τεχνολογίας και του Πολιτισμού

1.2.1. Η τεχνολογία ως κινητήρια δύναμη του πολιτισμού.

Μπορούμε να φανταστούμε τη ζωή μας χωρίς τα αντίστοιχα τεχνολογικά μέσα με τα οποία τη βιώνουμε; Πως θα ήταν η καθημερινότητα χωρίς ηλεκτρονικό υπολογιστή, σύγχρονα μέσα μεταφοράς, ηλεκτρική ενέργεια και δίκτυο ύδρευσης και ακόμα χωρίς τα απαραίτητα οικιακά σκεύη κάθε τύπου; Σίγουρα, θα ήταν πολύ διαφορετική και πιθανώς, πολύ διαφορετικά πράγματα θα είχαν σημασία, από αυτά που έχουν σήμερα. Μετά βεβαιότητας θα μιλούσαμε για μια εντελώς διαφορετική κοινωνία, σε πολλά επίπεδα. Γιατί, λοιπόν, η τεχνολογία είναι τόσο σημαντική και ποια είναι τα στοιχεία αυτά που μπορούν να αλλάζουν άρδην την εικόνα μιας κοινωνίας, αλλά και τον τρόπο με τον οποίο βιώνουν την ζωή τους οι άνθρωποι;

Είναι προφανές ότι σε όποια ιστορική περίοδο τοποθετήσουμε τα παραπάνω ερωτήματα, οι απαντήσεις τους θα διέπονταν από μια αναλογία σε σχέση με την εξεταζόμενη ιστορική περίοδο. Με αυτό το σκεπτικό, ο άνθρωπος της νεολιθικής εποχής πιθανώς δεν θα μπορούσε να φανταστεί την ζωή του χωρίς τη χρήση της φωτιάς και όσοι ζούσαν την εποχή των ατμομηχανών, μάλλον θα θεωρούσαν αυτή την πτυχή της τεχνολογίας αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής τους. Γίνεται φανερό έτσι ότι «αυτό που διαχωρίζει εμάς από τον μεσαιωνικό άνθρωπο ή τον άνθρωπο της προϊστορικής περιόδου είναι η τεχνολογία. Αυτή δημιουργεί το πλαίσιο του κόσμου που βιώνουμε και διαμορφώνει τις πτυχές της ύπαρξής μας»¹⁶. Βέβαια, η έννοια του πολιτισμού είναι πολύ ευρεία και περίπλοκη και έχει να κάνει με μια σειρά από στοιχεία που προϋποθέτουν την ύπαρξή του. Η ανάπτυξη του πληθυσμού σε σταθερό γεωγραφικό χώρο, η κοινωνική διαστρωμάτωση, οργάνωση και διοίκηση καθώς

¹⁶ ARTHUR, W. B. 2009. *The nature of technology : what it is and how it evolves*, New York, Free Press. σ. 18

και η γραφή, η φιλοσοφία, η αρχιτεκτονική δραστηριότητα είναι μερικές από τις παραμέτρους που μαρτυρούν την ύπαρξή του.

Για να γίνει φανερό το πως η τεχνολογία έδωσε ώθηση στην ανάπτυξη των μεγάλων πολιτισμών, αρκεί να σκεφτούμε το παράδειγμα της γεωργίας. Η ιδέα του ανθρώπου να καλλιεργήσει τη γη, δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο νέους πόρους προς αξιοποίηση, βάζει τα θεμέλια για την δημιουργία σταθερών οικισμών και προμηνύει την μόνιμη εγκατάσταση πληθυσμών. Το ερώτημα όμως μετατοπίζεται στο γιατί ήρθε εκείνη την ιστορική περίοδο (γύρω στο 10.000 π.Χ) η ιδέα της καλλιέργειας της γης και όχι σε άλλη χρονική στιγμή¹⁷; Η απάντηση αυτού του ερωτήματος μπορεί να φωτιστεί από μια πλευρά, λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι εκείνη την περίοδο, δηλαδή γύρω στο 10.000 π.Χ, τελειώνει η κρύα φάση της εποχής των παγετώνων και συντελούνται αξιοσημείωτες κλιματικές αλλαγές που θα δημιουργήσουν τις κατάλληλες συνθήκες για να γίνει εφικτή η καλλιέργεια της γης.

Αυτό το τεχνολογικό επίτευγμα, όπως και κάθε άλλο, πρέπει να ιδωθεί ως συνάρτηση του φυσικού περιβάλλοντος του ανθρώπου και της έμφυτης ανάγκης του να επιβιώσει, να προσαρμοστεί και να κατανοήσει τις αλλαγές που συντελούνται γύρω του. Σαφώς τα κίνητρα των ανακαλύψεων πηγάζουν, όχι μόνο από πρακτικούς λόγους, αλλά και από πνευματικούς ή ψυχικούς. Πρόκειται για την βαθύτερη επιθυμία του ανθρώπου να τιθασεύσει τις φυσικές δυνάμεις που τον φόβιζαν, τον προβλημάτιζαν και βεβαίως προϋπήρχαν αυτού. Μάλιστα, η επιθυμία αυτή αποτελεί και τον κυριότερο λόγο για τον οποίο ο άνθρωπος, από την αυγή της ιστορίας, ασχολείται με τον εντοπισμό του μηχανισμού, βάση του οποίου αυτές οι φυσικές δυνάμεις κινούνται και προσδιορίζουν τη ζωή του. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτών των φυσικών δυνάμεων αποτελούν οι μεταβολές του ανθρώπινου σώματος, όπως η γέννηση και ο θάνατος¹⁸, η περιοδικότητα των εποχών και οι κινήσεις των ουράνιων σωμάτων, η ύπαρξη αρμονίας στους περιβάλλοντος ήχους καθώς και ολόκληρη

¹⁷ Είναι σημαντικό να τονίσουμε εδώ ότι η καλλιέργεια της γης προέκυψε ταυτόχρονα σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές, με τελείως διαφορετικούς πολιτισμούς. Μεταξύ των περιοχών αυτών είναι η Μεσοποταμία, η κεντρική Αμερική και η Κίνα.

¹⁸ Αυτές οι μεταβολές άλλωστε, διαμορφώνουν και την έννοια του χρόνου στον ανθρώπινο νου.

η φύση με τις λειτουργίες της, ως ένας περιβάλλον χώρος στον οποίο ανήκει και ο άνθρωπος.

Αν δημιουργήσουμε μια παρόμοια αντιστοιχία σχετικά με την ανακάλυψη της γραφής¹⁹, εκτός από τον πρακτικό σκοπό της διατήρησης αρχείων, αποτελεί και μια προσπάθεια επικοινωνίας και ικανοποίησης μιας βαθύτερης ψυχικής ανάγκης, της προσπάθειας να διατηρηθεί κάτι μέσα στη δίνη του χρόνου. Πάντως, σε αυτή την ανάλυση δεν θα πρέπει να υποτεθεί ότι η πρακτική ανάγκη είναι δευτερευούσης σημασίας, ως κίνητρο, στη λίστα των σημαντικών τεχνολογικών επιτευγμάτων. Στην εποχή του χαλκού, η κοινωνική ανάγκη εύρεσης μετάλλων σε μακρινές περιοχές έκανε αναγκαία την ανάπτυξη του εμπορίου, το οποίο κατά συνέπεια δημιούργησε νέες τεχνολογικές ανάγκες για την μεταφορά αγαθών (τροχοφόρα, πλοία κλπ.), για την αποθήκευση αγαθών (δημιουργία κεραμικής τέχνης) και σαφώς συνέβαλλε στο πολύ σημαντικό στοιχείο της ανάπτυξης των πολιτισμών, που λέγεται αλληλεπίδραση και επιρροή μεταξύ τους.

Αντίστοιχα στην εποχή της βιομηχανικής επανάστασης, η ανακάλυψη της ατμομηχανής από τον *Thomas Newcomer* οδήγησε σε μια σειρά ραγδαίων εξελίξεων και επαναπροσδιόρισε πολλές πτυχές του σύγχρονου πολιτισμού. Τα τεράστια ποσά ενέργειας του ατμού, σε σχέση με αυτά τις χειρωνακτικής εργασίας ή της ζωικής ενέργειας, επέφεραν αύξηση των ρυθμών παραγωγής και δημιούργησαν ένα νέο χώρο εργασίας, αυτόν του εργοστασίου, μέσα από μεγάλες κοινωνικές και οικονομικές ανακατατάξεις. Η ανακάλυψη και ανάπτυξη του σιδηρόδρομου ήρθε να προσδώσει στην εποχή αυτή τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της, δηλαδή την ταχύτητα των μεταφορών και την δυνατότητα μεταφοράς μεγάλου όγκου προϊόντων. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι, από το 1830 μέχρι το 1850 υπήρχαν πάνω από 37.000 χιλιόμετρα σιδηροδρομικών γραμμών ανά τον κόσμο. Φυσικά, αυτό έφερε με την σειρά του τεράστια ζήτηση σε κάρβουνο για την λειτουργία των ατμομηχανών και ευνόησε την ανάπτυξη των ανθρακωρυχείων, καθώς και δημιούργησε την

¹⁹ Εδώ να επισημάνουμε ότι η ανακάλυψη της γραφής είναι πολύ μεταγενέστερη από την χρήση πρώιμων συστημάτων αρίθμησης.

ανάγκη νέων τεχνικών μεταλλουργίας για την επίτευξη νέων και δυνατών κραμάτων μετάλλων.

Κοντολογίς, γίνεται φανερό ότι η πολιτισμική ανάπτυξη και η τεχνολογική πρόοδος είναι δυο αλληλοσυμπληρούμενες έννοιες που λειτουργούν μέσα σε μια κοινή δεξαμενή, με γνώμονα τις ανάγκες που προκύπτουν, τους πόρους που απαιτούνται για την ικανοποίησή τους καθώς και την ανακάλυψη του τρόπου, δηλαδή της *φυσικής αρχής*²⁰ μέσω της οποίας θα ικανοποιηθούν. Φυσικά, η τεχνολογία δεν αποτελεί τον μοναδικό άξονα επιρροής στον πολιτισμό, καθώς υπάρχουν και πολλοί άλλοι σημαντικοί παράγοντες οικονομικής, κοινωνικής, φιλοσοφικής, θρησκευτικής, καλλιτεχνικής και γεωγραφικής φύσης. Πάντως, μέσα στον ρου της ιστορίας έχει φανεί ότι ορισμένες τεχνολογικές καινοτομίες είναι ικανές να πυροδοτήσουν ιδιαίτερα έντονες κοινωνικό-οικονομικές ανακατατάξεις.

²⁰ Ο Arthur (2009), προτείνει μια οπτικοποίηση της τεχνολογίας, ως αλυσίδας όπου στο ένα άκρο αντιστοιχεί η κοινωνική ανάγκη και στο άλλο η φυσική αρχή, η κατάλληλη χρήση της οποίας θα ικανοποιήσει την απαιτούμενη ανάγκη.

ARTHUR, W. B. 2009. *The nature of technology : what it is and how it evolves*, New York, Free Press. σ. 156

1.2.2. Η επαγωγική φύση της τεχνολογίας και ο σωρευτικός χαρακτήρας της

Αν θεωρήσουμε την τεχνολογία ως γνώση που κατέχει το ανθρώπινο είδος, τότε θα μπορούσαμε να εξάγουμε κάποια συμπεράσματα σχετικά με την φύση της. Καταρχήν, η απόκτηση γνώσης είναι μια παραγωγική διαδικασία, κατά την διάρκεια της οποίας σημαντικοί παράμετροι είναι η εμπειρία, η μέθοδος και η θεωρία. Όμως, κατά τη διαδικασία, πρέπει να λάβουμε υπόψη την προϋπάρχουσα γνώση πάνω στην οποία θα στηριχθούν οι τρεις προαναφερθείσες παράμετροι για την απόκτηση νέας γνώσης. Δηλαδή, με ένα επαγωγικό τρόπο, η γνώση μπορεί να παράγεται μέσα από τον εαυτό της, μεγαλώνοντας κάθε φορά το υπάρχων σώμα της.

Με βάση αυτό το σκεπτικό, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι και η τεχνολογία λειτουργεί με ένα παρόμοιο τρόπο, αφού αποτελεί και αυτή ένα σώμα γνώσης. Βέβαια, χρειάζεται προσοχή στην παράμετρο της θεωρίας, γιατί μας παραπέμπει στην επιστημονική και θεωρητική πλευρά της τεχνολογίας. Δηλαδή, της τεχνολογίας, όπως την κατανοούμε στην σύγχρονη εποχή, που διέπεται από *γνωστές και θεωρητικοποιημένες* επιστημονικές αρχές. Παρόλα αυτά, η τεχνολογία προϋπάρχει της επιστήμης και άρα χρειάζεται να δοθεί κάποια λύση στο πρόβλημα αυτό. Όμως, αν θεωρήσουμε ότι και η θεωρία ακολουθεί μια παρόμοια αρχή επαγωγικής “αύξησης”, τότε η απαίτηση ικανοποιείται με πιο εξασθενημένους όρους. Δηλαδή, η θεωρία για την ανακάλυψη ενός νέου εργαλείου δεν χρειάζεται να διέπεται από επιστημονικές αρχές αλλά από μια θεωρία της χρήσης του, ή ενός είδους κατανόησης των νέων ιδιοτήτων του, στο βάθος που είναι εφικτό την δεδομένη ιστορική στιγμή.

Έτσι, μπορούμε να μιλήσουμε για τον σωρευτικό χαρακτήρα της τεχνολογίας, δηλαδή την ανάπτυξη νέων τεχνολογικών μέσων, στηριζόμενων στη γνώση των παλαιότερων. Χωρίς την κατανόηση της φωτιάς, ως μέσου εξυπηρέτησης των δικών του αναγκών, ο άνθρωπος δεν θα μπορούσε να προχωρήσει στη μεταλλουργία, ή ακόμα χειρότερα, ίσως να μην είχε καταφέρει να επιβιώσει. Αυτή είναι η μορφή της απαιτούμενης θεωρίας, που χρειάζεται στην παρούσα φάση, η συνειδητοποίηση δηλαδή ότι η φωτιά του είναι χρήσιμη.

Η παράμετρος της εμπειρίας έχει να κάνει με τον τρόπο που νιώθει την φωτιά διαμέσου των αισθήσεών του και η παράμετρος της μεθόδου αναφέρεται στους τρόπους που κατάφερε να την ελέγξει και να την συντηρήσει. Αν αυτά αληθεύουν, τότε καθώς η τεχνολογική συσσώρευση μεγαλώνει, η δυνατότητά μας να αναπτύσσουμε νέες τεχνολογίες και να παράγουμε νέα γνώση αυξάνεται λόγω του μεγαλύτερου προϋπάρχοντος σώματος. Ίσως αυτός να είναι και ο λόγος που στη σύγχρονη εποχή η τεχνολογική ανάπτυξη είναι τόσο ραγδαία και οι ρυθμοί ανάπτυξης είναι πρωτόγνωροι στην ιστορία της ανθρωπότητας. Ένα άλλο παράδειγμα προς επίρρωση των παραπάνω, είναι και η τωρινή εποχή της πληροφόρησης, κατά την οποία η γνώση μπορεί να διαμοιράζεται ταχύτατα και αποτελεσματικά σε όλα τα πλάτη της γης. Αυτό αποτελεί ένα τεχνολογικό επίτευγμα που για να γίνει εφικτό χρησιμοποιεί ένα τεράστιο όγκο πρότερης τεχνολογικής και επιστημονικής γνώσης, από την τεχνολογία των μετάλλων και πλαστικών για την κατασκευή των ηλεκτρονικών υπολογιστών μέχρι τη σύγχρονη θεωρία δικτύων και αλγορίθμων. Πάντως, και οι αρχαίοι πολιτισμοί μετέφεραν και μοιράζονταν τη γνώση τους καθώς και μεταλαμπάδευαν τις ιδιαίτερες τεχνικές τους από γενιά σε γενιά. Συνεπώς, η διάδοση της τεχνολογίας γινόταν από στόμα σε στόμα, από γενιά σε γενιά και πολλές φορές αυτοί που κατείχαν συγκεκριμένες τεχνικές, απολάμβαναν προνόμια ή έλεγχαν κέντρα εξουσίας και δύναμης. Δεν θα ήταν υπερβολή να πούμε ότι υπήρχαν ιστορικές στιγμές, που η τεχνολογία έλαβε ακόμα και μαγικές διαστάσεις, όπως την περίοδο των αλχημιστών του Μεσαίωνα.

Εν κατακλείδι, θα μπορούσαμε να φανταστούμε την τεχνολογία ως ένα άπειρο πλέγμα “μορίων τεχνολογίας” τα οποία συνδέονται με δεσμούς που διέπονται από τη διαδικασία που περιγράψαμε. Καθένα απλό αυτά τα μόρια τεχνολογίας θα συγκρατούν τον πυρήνα τους μέσω του εξής διπόλου:

Ανθρώπινη Ανάγκη – Φυσική αρχή που με την κατάλληλη χρήση της θα ικανοποιηθεί η ανάγκη.

1.3 Πως βιώνεται η τεχνολογία από τους ειδικούς

Εδώ θα συζητήσουμε τους τρόπους με τους οποίους το υποκείμενο βιώνει την τεχνολογία, είτε ως εφευρέτης-επιστήμονας, είτε ως χειριστής των τεχνολογικών μέσων. Επίσης, θα αναφερθούμε στην έννοια της μουσικής, ως μέσο νοηματοδότησης του κόσμου, άρα και της τεχνολογίας, και τους τρόπους σκέψης πέρα από τον λεκτικό, όπως η οπτική σκέψη.

Με λίγα λόγια, θα προσπαθήσουμε σε αυτό το κεφάλαιο να θέσουμε και τα θεμέλια της άποψης ότι η γνώση και η επιστήμη, καθώς και αυτοί που την αναζητούν, δεν χρειάζεται να ταυτίζονται με την ουτοπική έννοια της αντικειμενικότητας αλλά, χρειάζεται να ενσωματώσουν την έννοια της υποκειμενικότητας καθώς και τις συναισθηματικές και ψυχολογικές παραμέτρους, ώστε να τεθούν οι βάσεις για μια πιο ανθρωποκεντρική επιστήμη και τεχνολογία.

1.3.1. Το βίωμα της τεχνολογίας και η νοηματοδότηση του κόσμου

Στην σύγχρονη εποχή, η θεώρηση της τεχνολογίας έχει συνδεθεί πολύ στενά με την επιστημονική διεργασία, η οποία εκλαμβάνεται ως το θεωρητικό υπόβαθρο κάθε τεχνολογικής έκφανσης. Φέρνοντας κανείς στο νου του ένα τεχνολογικό μέσο, το συνδέει αυτόματα με κάποιες αρχές λειτουργίας, γνωστές ή άγνωστες σε εκείνον, οι οποίες εξηγούνται με τη βοήθεια της επιστημονικής γνώσης. Μια τέτοια όμως προσέγγιση, υποβιβάζει το τεχνολογικό προϊόν, μια νέα τεχνολογική καινοτομία ή ακόμα και το βίωμα των παραπάνω από τους εφευρέτες και τους χρήστες της τεχνολογίας, ως το αποτέλεσμα εφαρμογής κάποιων συγκεκριμένων νόμων της φύσης. Μάλιστα, η “αντικειμενικότητα” που χαρακτηρίζει την επιστημονική διεργασία, την οποία θα αναλύσουμε και σε επόμενα κεφάλαια, στενεύει ακόμα περισσότερο τα περιθώρια ανάλυσης τέτοιων θεμάτων, με όρους και έννοιες μη μετρήσιμες, όπως η φαντασία, το συναίσθημα, ο σκοπός και το κίνητρο. Οι παραπάνω έννοιες ίσως κριθούν απαραίτητες για μια πιο συνολική κατανόηση και ερμηνεία της τεχνολογίας,

παρόλο που ο φόβος για την έλλειψη αντικειμενικότητας στον τρόπο που γράφουμε ή εξηγούμε τα πράγματα έχουν «οδηγήσει πολλούς να γράφουν με όσο δυνατόν λιγότερο προσωπικό ύφος και λιγότερες αναφορές στον εαυτό τους»²¹.

Ο άνθρωπος, από νωρίς, προσπάθησε να ανακαλύψει και να δημιουργήσει τρόπους νοηματοδότησης του κόσμου που τον περιβάλλει, συμπεριλαμβανόμενης και της δικής του ύπαρξης. Το τραγούδι, ο χορός, η ποίηση, η ζωγραφική, η μουσική²², όλες αυτές οι εκφάνσεις εξωτερίκευσης των εσωτερικών και προαιώνιων ερωτημάτων και ανησυχιών της ζωής, πλάθουν ανά τους αιώνες τον τρόπο που προσλαμβάνουμε τον κόσμο μας. Δημιουργούν αξίες, ιδανικά, διαμορφώνουν τον τρόπο σκέψης και οδηγούν την ανθρωπότητα δια μέσου του χρόνου. Προκύπτει λοιπόν το ερώτημα, αν η τεχνολογία αποτελεί με τη σειρά της ένα τέτοιο παράγοντα επιρροής, αν δηλαδή συνεισφέρει στην διαδικασία νοηματοδότησης του κόσμου. Τέτοιες πτυχές θα μπορούσαν να ανιχνευτούν μέσα από αισθητικές διαστάσεις όπως η μουσική, η οπτική και η συναισθηματική διάσταση. Σύμφωνα με τον Pacey (2011), η λειτουργία των μηχανών ενέχει μια μουσικότητα η οποία βιώνεται μέσα από τη χρήση τους. Ένα καλορυθμισμένο ποδήλατο θα δώσει μια αίσθηση μουσικής αρμονίας στον αναβάτη του, μέσω της ομαλής λειτουργίας του, αλλά και μέσω των ιδιαίτερων ήχων του, όπως αυτός της αλυσίδας ή των τροχών του. Ο ιδιαίτερος ήχος ενός κινητήρα εσωτερικής καύσης μπορεί να δώσει στον οδηγό μια ιδιόμορφη

²¹ PACEY, A. 2011. Τα Πολλαπλά Νοήματα της Τεχνολογίας, μτφ. Αλεξανδρή, Δ., Θεοχάρη, Χ. Θεσσαλονίκη, University Studio Press. σ. 27

Εδώ αναφέρεται στο κείμενο του Langton Winner, *The Whale and the Reactor*

²² Ο Steven Mithen, στο πολύ ενδιαφέρον άρθρο του *The Music Instinct*, υποστηρίζει ότι η μουσική αποτελεί μια δραστηριότητα του ανθρώπου η οποία κατέχει σημαντικό ρόλο στην επικοινωνία, ειδικά στις πρώιμες κοινωνίες προτού την ανάπτυξη της γλωσσικής μορφής επικοινωνίας. Θεωρεί ότι η επιθυμία μας για την μουσική, είτε ως ακροατές είτε ως ερμηνευτές, παρότι δεν χαρακτηρίζεται πια από την θεμελιώδη ανάγκη επικοινωνίας, προέρχεται από το γεγονός ότι ο πρώιμος άνθρωπος υπήρξε ένας κατεξοχήν μουσικός άνθρωπος. Δηλαδή, χρησιμοποίησε τη μουσική και τα θεμελιώδη στοιχεία της, τον ρυθμό, τη χροιά, την ένταση κ.λ.π. ως θεμέλιους λίθους της επικοινωνίας του.

MITHEN, S. 2009. *The Music Instinct*. *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1169, p. 3-12.

απόλαυση, πέρα από την πρακτική χρησιμότητα της οδήγησης²³. Επίσης, εύκολα μπορεί να φανταστεί κανείς την έντονη και σταθερή ρυθμικότητα των μηχανημάτων μέσα στα εργοστάσια. Αυτό, έδωσε την δυνατότητα στους χορευτές κλακέτας να αυτοσχεδιάσουν ρυθμικά έχοντας ως βάση τον σταθερό παλμό των μηχανημάτων. Συν τοις άλλοις, ο χαρακτηριστικός ήχος των ατμοκίνητων τρένων, αυτού του μη ισομοιρασμένου ρυθμικού σχήματος που μουσικά χαρακτηρίζεται ως Shuffle²⁴, πιθανώς να επηρέασε την ανάπτυξη μουσικών στυλ που βασίζονται σε αυτή τη ρυθμική αγωγή, όπως το blues και η jazz. Επίσης, η μουσική απαντάται και σε συλλογικές εργασίες, όπως το θέρος των χωραφιών, ως μέσο για τον συγχρονισμό των εργαζομένων και κατά συνέπεια την αύξηση της αποδοτικότητας και των ψυχικών αποθεμάτων τους. Βέβαια, σε αυτές τις εργασίες πρωτεύοντα ρόλο κατέχει ο σωματικός ρυθμός, πράγμα το οποίο άλλαξε κατά πολύ με την εκβιομηχάνιση της εργασίας μέσω της βιομηχανικής επανάστασης. Με την εισαγωγή των μηχανών στην εργασία, δημιουργήθηκαν νέες ανάγκες και απαιτούνταν τελείως διαφορετικές δεξιότητες για τον χειρισμό τους. Τέτοιου τύπου δεξιότητες δεν είχαν αναπτυχθεί απλό πριν, αλλά έπρεπε να δημιουργηθούν μέσα από την χρήση της εκάστοτε μηχανής και να εναρμονιστούν με τον τρόπο λειτουργία της²⁵.

Μια παρόμοια στάση θα μπορούσαμε να κρατήσουμε και αναφορικά με τα τεχνολογικά μέσα που χρησιμοποιούνται στην επιστημονική έρευνα. Ο Γαλιλαίος, όταν ανακάλυψε το τηλεσκόπιο που τον οδήγησε στο να καταφέρει να διακρίνει τις ωχρές κοιλίες του ηλίου καθώς και τους δορυφόρους του Δία, συχνά παρακινούσε άλλους επιστήμονες και αστρονόμους να ελέγξουν την αξιοπιστία του. Ο Steven Shapin (2003)²⁶ αναφέρει χαρακτηριστικά :

²³ Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι οι κινητήρες της Alfa Romeo με τον ιδιαίτερο ήχο τους στις ψηλές στροφές, καθώς και οι μηχανές Harley Davinson.

²⁴ Για περισσότερο δείτε εδώ, [http://en.wikipedia.org/wiki/Swing_\(jazz_performance_style\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Swing_(jazz_performance_style)) (17/1/15)

Ενδιαφέρον πάντως έχει και η επιρροή που άσκησε η κίνηση των τρένων και σε κλασσικούς συνθέτες, όπως ο H. Villa Lobos. Χαρακτηριστικά ακούστε το έργο του "The Little Train of the Caipira".

²⁵ Να τονίσουμε πως το ανθρώπινο σώμα διαθέτει την λεγόμενη «σωματική μνήμη», γεγονός το οποίο εξηγεί σε ένα βαθμό την προσαρμοστικότητα του ανθρώπου σε επαναλαμβανόμενες κινήσεις ή συνδυασμούς αυτών.

²⁶ SHAPIN, S. 2003. *Η Επιστημονική Επανάσταση*, μτφ. Καρκάνης, Η., Κάτοπτρο, Αθήνα.

«Ακόμα και αν κάποιος, [...], αποδεχόταν την πρόταση του Γαλιλαίου, και κοιτούσε τα ουράνια σώματα μέσα από το τηλεσκόπιο, δεν υπήρχε καμία εγγύηση ότι θα έβλεπε ό,τι ακριβώς και ο Γαλιλαίος. [...] Αρκετοί από τους μάρτυρες, υποστήριξαν ότι το τηλεσκόπιο, αν και λειτουργούσε θαυμάσια με την “επίγεια” όραση, στην επικράτεια των ουρανών αποτύγχανε ή “ξεγελούσε”».

Γίνεται έτσι φανερό, ότι η αποτελεσματική χρήση του τηλεσκοπίου απαιτούσε ειδικές δεξιότητες, ίσως κάποια μορφή “οξείας” όρασης, η οποία δεν ήταν αντικειμενικά μετρήσιμη, ούτε και διαδεδομένη στην επιστημονική κοινότητα του τότε. Δηλαδή, μέσω αυτής της τεχνολογικής καινοτομίας δίνεται η ώθηση για την ανάπτυξη ιδιαίτερων, ή έστω διαφορετικών, δεξιοτήτων οι οποίες αλλάζουν και τον τρόπο που θωρούμε τον κόσμο, γεγονός που ίσως εξηγεί εν μέρει τις μεγάλες αντιδράσεις που συνάντησε ο Γαλιλαίος σχετικά με την ανακάλυψή του. Το ανάλογο αυτών των δεξιοτήτων θα μπορούσε να αναζητηθεί και στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, ανακάλυψη η οποία έμελλε να αλλάξει άρδην τον τρόπο που βλέπουμε τον μικρόκοσμο και να επηρεάσει πολλούς κλάδους της σύγχρονης επιστήμης αλλά και την ίδια την κοσμοθεωρία μας. Αν το καλοσκεφτούμε, το ίδιο συμβαίνει και σε όλες τις νέες τεχνολογίες που χρησιμοποιεί ο σύγχρονος άνθρωπος, το ότι δηλαδή χρειάζεται να αποκτά νέες δεξιότητες για την αποτελεσματική χρήση τους, όπως για παράδειγμα οι δαχτυλικές δεξιότητες κατά τη χρήση οθονών αφής²⁷.

1.3.2. Τρόποι νόησης, συναισθηματικός κόσμος και σύλληψη του τεχνολογικού φαινομένου

Μέσα από τον βίο μας, έχουμε μάθει να θεωρούμε τις αισθήσεις μας δεδομένες. Επιπλέον, οι περίπλοκες διεργασίες που συντελούνται στον

²⁷ Φυσικά, μπορούμε να σκεφτούμε μια πληθώρα αντίστοιχων παραδειγμάτων σε διάφορους τομείς. Ενδιαφέρον έχει το παράδειγμα ενός νέου σπορ (εφευρέθηκε το 2011) στο οποίο ο χρήστης πρέπει να ασκεί έναν εξαιρετικά περίπλοκο έλεγχο πάνω σε μια μηχανή.
<http://en.wikipedia.org/wiki/Flyboard> (19/1/15)

εγκέφαλο για την αρμονική συν-λειτουργία και τον συνδυασμό των αισθήσεων, συνήθως αποτελούν ένα αυτοματοποιημένο ασυνείδητο σύστημα. Συγκεκριμένα, τέτοιες λειτουργίες είναι αυτή της όρασης και της ακοής, ώστε τα ερεθίσματα που συλλέγονται μέσω αυτών να επεξεργάζονται από τον εγκέφαλο για να δημιουργείται ένα εννοιολογικό πλαίσιο κατανόησης των πραγμάτων. Σκοπός εδώ, είναι να θίξουμε το πως αυτές οι διαδικασίες εμπλέκονται στην εφεύρεση και την επιστημονική πράξη και κατά προέκταση πως επηρεάζουν τους τρόπους νόησης των εμπλεκόμενων σε τέτοιες διαδικασίες. Αναλογιζόμενοι προς αυτή την κατεύθυνση, είναι σημαντικό το γεγονός ότι οι άνθρωποι που συνέβαλλαν στην τεχνολογική πρόοδο, όπως μηχανικοί, εφευρέτες και κάθε λογής εξερευνητές δεν υπήρξαν πάντοτε ειδικοί επιστήμονες, γνώστες των μαθηματικών και ειδήμονες στην επιστημονική μέθοδο, αλλά υπήρξαν απλώς τεχνίτες με φαντασία και ειδικές δεξιότητες στο να δουλεύουν διάφορα υλικά όπως το ξύλο, τα μέταλλα, το μάρμαρο, δίνοντας τους μορφή και νόημα, με εργαλείο τις αισθήσεις τους, γεγονός το οποίο δεν εξηγείται κατά ανάγκη με αιτιακό τρόπο ούτε με λέξεις και αριθμούς.

Στην επιστήμη και την τεχνολογία, η *δημιουργικότητα*, ως στοιχείο μέσα στην συνολική διαδικασία του οποίου την ύπαρξη όλοι αποδέχονται, συχνά αντιμετωπίζεται με καχυποψία και αρνητισμό λόγω της δυσκολίας να εκφραστεί με συγκεκριμένο, «αντικειμενικό» τρόπο, όπως με αριθμούς ή με λέξεις. Όμως, στον εικοστό αιώνα έχουμε στη διάθεσή μας στοιχεία και μελέτες που δείχνουν πως η λεκτική και η μαθηματική σκέψη δεν είναι κατ' ανάγκη οι μοναδικές, αναφορικά με το πως οι επιστήμονες και οι μηχανικοί συλλαμβάνουν και δομούν νοητικά τις ιδέες τους. Η Ann Roe (1953), μέσα από ένα δείγμα εξηντατεσσάρων διακεκριμένων επιστημόνων στους τομείς της βιολογίας, φυσικής, χημείας, ανθρωπολογίας και της ψυχολογίας, εξάγει κάποια χρήσιμα συμπεράσματα για τον τρόπο σκέψης αυτών των ανθρώπων²⁸. Μέσα από εκτενείς συνεντεύξεις για τη ζωή τους, το επιστημονικό τους αντικείμενο και τις εργασιακές τους συνήθειες, η Roe αναφέρει χαρακτηριστικά: «η περιγραφή του τρόπου με τον οποίο εργάζονται αυτοί οι άνθρωποι, υπονοεί νοητικές διαδικασίες πολύ διαφορετικές από τις δικές μου και θεωρώ πως έτσι τείνω

²⁸ ROE, A. 1953. *The making of a scientist*, New York,, Dodd.

προς την ιδέα ότι αυτές οι διαδικασίες σκέψης ίσως έχουν κάποια συνάφεια με το υπό εξέταση ζήτημα»²⁹. Σημαντική διαπίστωση αποτελεί το γεγονός ότι κάποιοι από αυτούς τους επιστήμονες, ιδίως αυτοί που σχετίζονταν περισσότερο με πειραματικές διαδικασίες, δυσκολεύονταν στην λεκτική επικοινωνία και προτιμούσαν να εκφράζονται με εικόνες παρά με λέξεις. Συνεπώς, βρέθηκε ότι ανάλογα με το πεδίο ενασχόλησή τους, οι επιστήμονες χρησιμοποιούσαν κατά κύριο λόγο διαφορετικούς τρόπους σκέψης, όπως οπτικές εκφράσεις που εμφανίζονται στους πειραματικούς, λεκτικές εκφράσεις περισσότερο στους θεωρητικούς, αλλά υπήρξαν και αναφορές σε ένα τρόπο σκέψης που δεν περιλαμβάνει ούτε λεκτικές, ούτε οπτικές μορφές, σκέψη που η Roe ονόμασε «ανεικονική». Πάντως, πρέπει να αναφερθεί ότι οι περισσότεροι επιστήμονες και άνθρωποι, χρησιμοποιούν ένα είδος συνδυασμού των διάφορων τύπων σκέψης, κάτι το οποίο είναι απόλυτα λογικό και εξηγήσιμο από τον τρόπο λειτουργίας του εγκεφάλου.

Αξίζει όμως, να αναφέρουμε κάποια επιπλέον στοιχεία και παραδείγματα για την οπτική σκέψη, λόγω του ότι τέτοιες μορφές σκέψης παραμελούνται και δεν ερευνούνται επαρκώς. Μάλιστα, πιθανώς και να μην αποκαλύπτονται από αυτούς που λειτουργούν έτσι, ώστε όλα να ανάγονται σε αυστηρά μηχανιστικά και μαθηματικά πρότυπα καθώς και σε ορθολογικές θεωρήσεις και λεκτικές περιγραφές με γνώμονα την αντικειμενικότητα. Έτσι, παρότι οι ψυχολόγοι δεν έχουν ασχοληθεί όσο θα έπρεπε με αυτό τον επιστημονικό χώρο, δηλαδή των επιστημόνων και μηχανικών-εφευρετών, ο Pacey (2011) αναφέρει κάποιες ιστορικές μελέτες που φωτίζουν αυτή τη σκοπιά³⁰. Ο Brook Hindle, ιστορικός που ασχολήθηκε με την εξέλιξη των ατμόπλοιων από την απαρχή τους, παρατήρησε ότι «όλοι οι εφευρέτες και οι μηχανικοί αυτού του πεδίου εξειδίκευσης, νωρίτερα είχαν ασχοληθεί με την τέχνη, την αρχιτεκτονική ή τη χαρτογράφηση, και ότι χρησιμοποιούσαν δεξιότητες που είχαν μάθει από αυτούς τους εικαστικούς κλάδους»³¹. Μάλιστα, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, καθώς η ενότητα των αισθήσεών μας φαίνεται δεδομένη, δεν

²⁹ ROE, A. 1950. *A study of imagery in research scientists*, *Journal of Personality*.

³⁰ PACEY, A. 2011. Τα Πολλαπλά Νοήματα της Τεχνολογίας, μτφ. Αλεξανδρή, Δ., Θεοχάρη, Χ., Θεσσαλονίκη, University Studio Press. σ. 81-92

³¹ HINDLE, B. 1981. *Emulation and invention*, New York, New York University Press. σ. 49, 56

είναι εύκολη η συνειδητοποίηση ότι μια απλή εικόνα μπορεί να αποτελείται από πολλά διαφορετικά στοιχεία (βάθος, χρώμα, κίνηση, μορφή, νόημα), τα οποία συνθέτουν το όλο. Ο Oliver Sacks (2011) ως νευροψυχολόγος, υποστηρίζει ότι αυτή η περίπλοκη φύση της οπτικής αντίληψης είναι πιο φανερή και καλλιεργημένη σε ένα καλλιτέχνη ή σ' έναν φωτογράφο και μάλιστα «μπορεί να γίνει πιο φανερή όταν, εξαιτίας βλάβης ή ελλειμματικής ανάπτυξης, κάποιο από τα στοιχεία δυσλειτουργεί ή χάνεται»³². Επιπροσθέτως, η θεωρία της ύπαρξης αυτής της μορφής σκέψης, μπορεί να ενισχυθεί από την μελέτη σκίτσων και σχεδίων εφευρετών και μηχανικών, οι οποίοι είτε χρησιμοποιούσαν το σχέδιο υποστηρικτικά για να “ξεκλειδώσουν” την σκέψη τους, είτε μετέφεραν τις ολοκληρωμένες ιδέες του μυαλού τους στο χαρτί. Ο *Thomas Edison*³³ και ο *Alexander Graham Bell*³⁴, χρησιμοποιούσαν τέτοιου είδους σχέδια για να αναπτύξουν τις πρώτες τηλεφωνικές συσκευές κατά τη δεκαετία του 1870, και μέσα από κάποιες αναλύσεις που έγιναν σε αυτά τα σχέδια διαπιστώθηκε ότι εκτός από την πιο προφανή χρησιμότητα που είχαν ώστε να επικοινωνούν με τους συνεργάτες τους, τα χρησιμοποιούσαν και ως μέσο διαμόρφωσης των δικών τους ιδεών (εικόνες 5, 6).

Άλλη περίπτωση επιστήμονα, ο οποίος έχει αναφερθεί σε τέτοιες οπτικές σκέψεις είναι ο *Albert Einstein*. Σε ένα γράμμα που έστειλε στον *Jacque Hadamard*, απαντώντας σε ερωτήσεις για την έρευνά του ³⁵, ο *Einstein* υποστηρίζει: «οι λέξεις και η γλώσσα, με τον τρόπο που χρησιμοποιούνται στον προφορικό και στον γραπτό λόγο, φαίνεται πως δεν έχουν κάποιο σημαίνοντα ρόλο στο μηχανισμό της σκέψης μου. Τα στοιχεία αυτά που φαίνεται πως εξυπηρετούν τον τρόπο σκέψης μου, έχουν να κάνουν με συγκεκριμένα σύμβολα

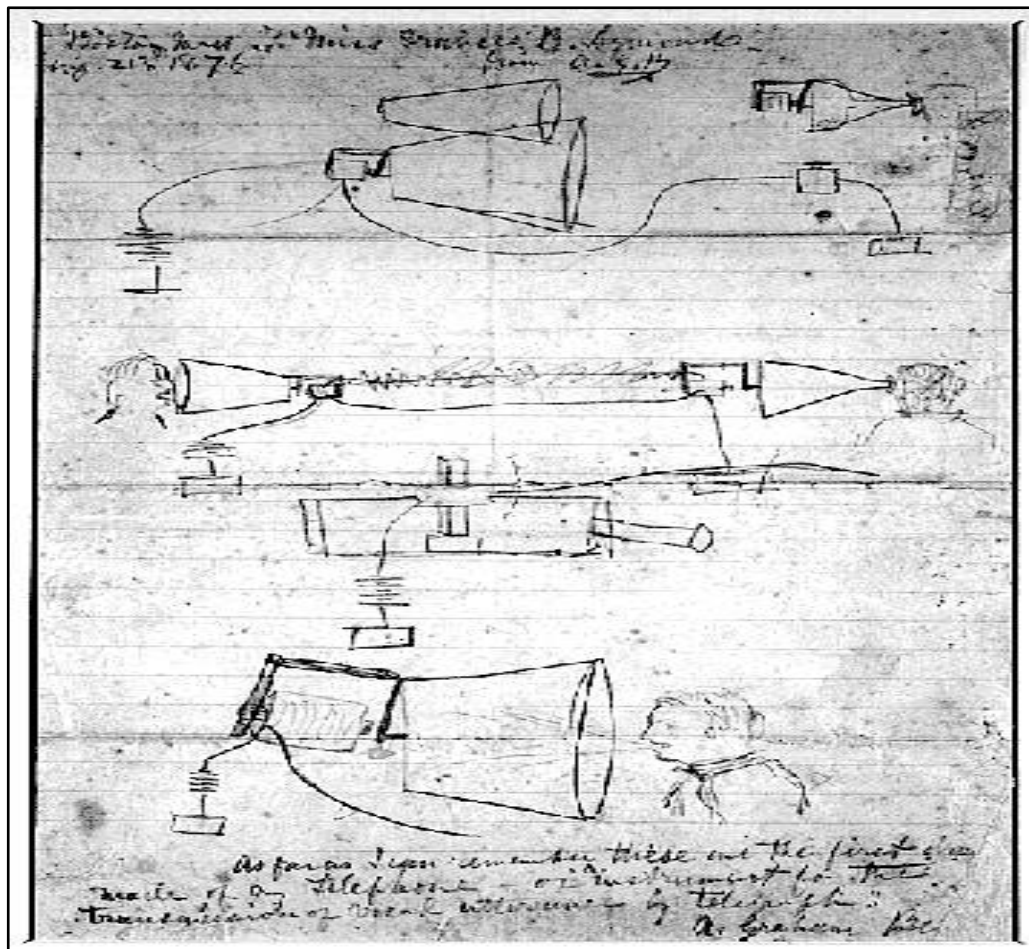
³² SACKS, O. 2011. Μουσικοφιλία, μτφ. Ποτάγας, Κ., Σπυράκου, Δ., Α. Αθήνα, Εκδόσεις Άγρα. σ. 145.

³³ Ο *Thomas Alva Edison* (1847 –1931) υπήρξε μεγάλος εφευρέτης με 1093 διπλώματα ευρεσιτεχνίας στο όνομά του. Είναι γνωστός για την βελτίωση του ηλεκτρικού λαμπτήρα ώστε να είναι πρακτικός, να έχει διάρκεια ζωής και να μπορεί να παραχθεί μαζικά .

³⁴ Ο *Alexander Graham Bell* (1847 – 1922) είναι ευρύτατα γνωστός για την προσφορά του στην ανακάλυψη του τηλεφώνου, παρότι ο ίδιος υποστήριζε ότι αυτή η διάσηση εφεύρεσή του, επισκίασε το πραγματικό επιστημονικό του έργο. Μάλιστα, ο ίδιος στο εργαστήριό του, αρνήθηκε να έχει τηλέφωνο.

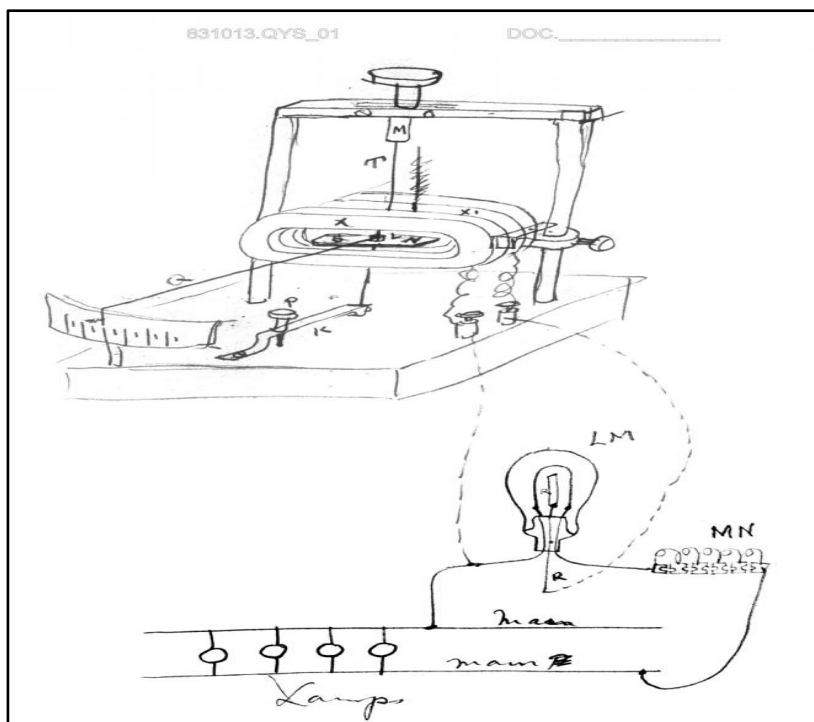
³⁵ HADAMARD, J. 1945. An essay on the psychology of invention in the mathematical field, Princeton, Princeton University Press.

και λίγο εως πολύ ξεκάθαρες εικόνες τις οποίες εκουσίως αναπαράγω και συνδυάζω»³⁶.



Εικόνα 5. Ένα από τα προσχέδια του Bell για το τηλέφωνο. (πηγή: <http://www.newsky24.com/the-story-of-the-telephone>) (16/4/15)

³⁶ του ιδίου. σ. 142

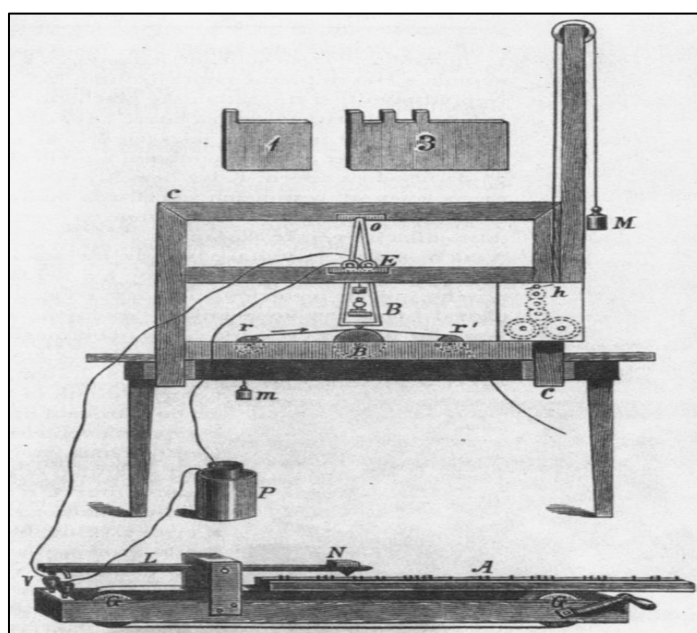


Εικόνα 6. Σκίτσο ηλεκτρικού κυκλώματος από τις εργαστηριακές σημειώσεις του Thomas Edison, 13 Οκτωβρίου 1883. (πηγή: <http://www.neh.gov/divisions/research/featured-project/heartbreak-menlo-park>) (18/4/15)

Ο Samuel Morse (1791-1872), εφευρέτης και ζωγράφος, γνωστός για την σπουδαία ανακάλυψη του τηλέγραφου (Εικόνα 7), περιγράφει πως η ιδέα αυτή γεννήθηκε πάνω σε ένα καράβι, καθώς επέστρεφε στην Αμερική. Σύμφωνα με τον Pacey (2011), το σχέδιο του τηλέγραφου με τελείες και παύλες για σήματα, προέκυψε από ένα οραματισμό του εφευρέτη χωρίς όμως «να διευκρινίσει τα υλικά ή τις διαστάσεις.[...]. Στο Πανεπιστήμιο της Νέας Υόρκης το 1835 απέκτησε συνεργάτες με την απαιτούμενη τεχνική εξειδίκευση για να κατασκευαστεί εντέλει ο τηλέγραφος». Ίσως θα ήταν χρήσιμο εδώ, να αναφερθούμε και στο φαινόμενο «εύρηκα», όπως αναφώνησε ο Αρχιμήδης όταν σκέφτηκε την λύση του προβλήματος που τον απασχολούσε³⁷. Ο Albert Einstein επίσης περιγράφει μια στιγμή ενόρασης, στη λύση ενός μέρους του

³⁷ Ο Αρχιμήδης (287 π.Χ.-212 π.Χ.), κλήθηκε από τον Ιέρων, βασιλιά των Συρακουσών, να εξακριβώσει το αν η χρυσή κορώνα που παρήγγειλε είχε νοθευτεί από τον χρυσοχόο. Στην προσπάθειά του αυτή, ανακάλυψε τον φυσικό νόμο της άνωσης. Η ιδέα του ήρθε ενώ βρισκόταν στο λουτρό κι έτσι ενθουσιασμένος και αναφωνώντας «εύρηκα, εύρηκα» εξήλθε γυμνός στον δρόμο.

προβλήματος που τον βασάνιζε, την περίφημη θεωρία της σχετικότητας³⁸. Πάντως, από την μελέτη αντίστοιχων ιστορικών παραδειγμάτων, φαίνεται πως οι κατάλληλες στιγμές για να συμβεί μια τέτοια διαδικασία, είναι στιγμές χαλάρωσης και περισυλλογής, συνδυασμένες βέβαια με παρατηρητική ματιά και ανήσυχο πνεύμα. Ο Gordon Glegg υποστηρίζει ότι η χαλάρωση κάνει εφικτή την αξιοποίηση της ενέργειας του νου, την οποία το υποσυνείδητο μπορεί να χρησιμοποιήσει για την επιτυχή λύση του προβλήματος.



Εικόνα 7. Εικόνα με τον σχεδιασμό του τηλέγραφο από τον Samuel Morse. (πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Samuel_Morse#/media/File:Morse_telegraph.jpg) (20/4/15)

Σε συνδυασμό με τα παραπάνω και μέσα στα πλαίσιο της οπτικής αντίληψης, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η ικανότητα της «παρατήρησης», η οποία μπορεί να αποτελέσει και μια από τις κινητήριες δυνάμεις απόκτησης γνώσης αλλά και κατανόησης του κόσμου. Είναι σαφές, ότι η έννοια της παρατήρησης δεν περιορίζεται μόνο σε επιστημονικά πλαίσια, ούτε και είναι αποκλειστικό προνόμιο των εφευρετών, καθώς μέσω του αισθητήριου της

³⁸ Ο ίδιος βέβαια, λέει ότι η ανακάλυψη της ειδικής θεωρίας της σχετικότητας δεν προέκυψε ως κεραυνός εν αιθρία, αλλά ότι «οδηγήθηκα σε αυτήν, ακολουθώντας μια σειρά από βήματα που προέρχονταν από τους φυσικούς νόμους, που κι αυτοί ήταν αποκύημα της εμπειρίας μου». Moszkowski, Alexander. 1972. *Conversations with Einstein*. London: Sidgwick & Jackson. σ. 96–97

όρασης όλοι οι άνθρωποι είναι ικανοί να παρατηρούν τα πράγματα γύρω τους. Παρόλα αυτά, η ικανότητα αναγνώρισης και κατανόησης σε βαθύτερο επίπεδο προϋποθέτει και μιας μορφής καλλιέργεια και οξύτητα στις αισθήσεις. Ο μουσικός, για να μπορεί να αναγνωρίσει μια μουσική φόρμα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της, πρέπει να έχει καλλιεργήσει μια τέτοια δεξιότητα. Επίσης, σε πιο μικροδομικό επίπεδο, η αναγνώριση ρυθμικών και μελωδικών μοτίβων καθώς και οι αρμονικές διαδοχές που τα ενδύουν, χρειάζονται μια αντίστοιχη καλλιέργεια και μουσική εκπαίδευση. Ανάλογες περιπτώσεις, λοιπόν, αποτελούν και αυτές των ζωγράφων, των μηχανικών και άλλων επαγγελματιών σε διάφορους κλάδους. Η ικανότητα αυτή απορρέει από τη συσσώρευση ακουστικών ή οπτικών αναμνήσεων, και τη σύνδεση αυτών με συγκεκριμένα γνωσιακά και μορφολογικά πρότυπα³⁹. Πάντως, το πόσο συγκεκριμένα είναι αυτά τα πρότυπα διαφέρει κατά περίπτωση. Μία φούγκα του Μπαχ, διέπεται από συγκεκριμένους μουσικούς κανόνες και η κατασκευή της βασίζεται πάνω σε συμμετρίες και μοτιβικές επεξεργασίες που κάνουν την αναγνώρισή της εύκολη υπόθεση. Δηλαδή, υπάρχει μια ξεκάθαρη μορφή που τη χαρακτηρίζει. Δεν θα μπορούσε όμως, να ισχυριστεί κανείς το ίδιο και για τον τομέα της ακτινολογίας στη ιατρική. Εκεί, η μορφή υπό εξέταση τοποθετείται μέσα σε πολύ ελαστικότερο πλαίσιο, καθώς παράγοντες όπως η ηλικία και οι φυσιολογικές αποκλίσεις μεταξύ υγιών ανθρώπων, έχουν ως αποτέλεσμα διαφορετικές ακτινολογικές εικόνες. Σε αυτή την περίπτωση, ο ειδικευόμενος ιατρός εκτός από την συσσώρευση αναμνήσεων και οπτικών αναπαραστάσεων, πρέπει να μάθει να εξηγεί και να αναλύει τους λόγους για τους οποίους αναγνωρίζει κάποιο σημάδι ως μια συγκεκριμένη μορφή, όπως για παράδειγμα μια κύστη ή ένα αγγείο. Δηλαδή, θα πρέπει να αναζητηθούν λεπτομέρειες, οι οποίες θα

³⁹Μάλιστα, στο παράδειγμα της μουσικής είναι πιθανόν ο μουσικός να κάνει ένα συνδυασμό οπτικών και ακουστικών αναμνήσεων, καθώς η αίσθηση του ήχου συνδέεται με το πως οι νότες εμφανίζονται γραμμένες στην μουσική παρτιτούρα. Βέβαια, το ίδιο θα μπορούσε να ισχυρισθεί κι ένας μηχανικός, ότι δηλαδή βλέπει μια μηχανή αλλά μπορεί και από τον ήχο της να καταλάβει μια πιθανή δυσλειτουργία.

δώσουν τις απαραίτητες πληροφορίες για να κατασκευαστεί σωστά η συνολική δομή⁴⁰.

Από τα παραπάνω, προκύπτει η ανάγκη να συνδέσουμε τα επιμέρους στοιχεία και να κατανοήσουμε τους μηχανισμούς που κατασκευάζουν το όλο. Μία ιδέα, είναι να εμπλέξουμε στη συζήτηση την διαίσθηση και το ασυνείδητο, καθώς αυτά πλάθονται και εξελίσσονται μέσω των εμπειριών και των βιωμάτων μας. Η διαίσθηση, θα μπορούσε να αναζητηθεί σε όλους τους δημιουργικούς κλάδους, ακόμα και εκεί που η ορθολογικότητα φαίνεται να δεσπόζει ως το κυρίαρχο χαρακτηριστικό, όπως στην επιστήμη των μαθηματικών. Ο μαθηματικός και μηχανικός Henri Poincaré (1907) σε ένα άρθρο του, αναφέρει ότι υπάρχουν δύο «αντιτιθέμενες τάσεις» για την κατανόηση των έργων μεγάλων μαθηματικών, η λογική και η διαίσθηση. Συνδέει, μάλιστα, την κάθε τάση με μια αντίστοιχη μαθηματική κλίση, την λογική με την αναλυτική μαθηματική σκέψη και την διαίσθηση με την γεωμετρία και την οξυμένη αίσθηση του χώρου, καταλήγοντας στο ότι «και οι δύο αυτοί τρόποι σκέψης είναι σημαντικοί για την πρόοδο της επιστήμης [...]η λογική, είναι αυτή που μπορεί να οδηγήσει στην βεβαιότητα, καθώς και να κάνει απτό το προϊόν της διαίσθησης, την εφεύρεση»⁴¹.

⁴⁰ Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η ταυτοποίηση μια σκιάς. Για να χαρακτηριστεί σωστά, πρέπει ο ακτινολόγος να μελετήσει τις παρυφές της, δηλαδή τους λόγους για τους οποίους παράγεται αυτή η σκιά, κι ύστερα να την ορίσει ως μια συγκεκριμένη μορφή.

⁴¹ POINCARÉ, H. & HALSTED, G. B. 1907. The value of science, New York, Science Press.

1.4 Ορισμός της Τεχνολογίας

Έχοντας λειτουργήσει κατά κάποιο τρόπο αντίστροφα, θα επιχειρήσουμε να συνδέσουμε τα προαναφερθέντα εδάφια, ώστε να δώσουμε ένα ορισμό της τεχνολογίας. Αν και κάτι τέτοιο, ενέχει τον κίνδυνο να θεωρηθούν κάποια στοιχεία πιο σημαντικά από άλλα, ο ορισμός αυτός θα αφορά περισσότερο σε ένα λειτουργικό πλαίσιο σκέψεων, με απώτερο σκοπό να συνδέσουμε την τεχνολογία με την επιστήμη και να μελετήσουμε, στο 3^ο κεφάλαιο, τις σχέσεις μεταξύ τους.

Τεχνολογία εστί ο λόγος περί των τεχνών, όχι μόνο για τις πρακτικές τέχνες που αποσκοπούν στη δημιουργία κάτι χρήσιμου, αλλά και των καλών τεχνών. Μάλιστα, η λέξη τέχνη έχει ως ρίζα το *τίκτω*, που σημαίνει γεννώ, συνεπώς εμπεριέχει την δημιουργία κάποιου νέου πράγματος και την πρόσδοση μορφής σε αυτό. Πάντως, στην εποχή μας, ο όρος τεχνολογία έχει επικρατήσει να αναφέρεται στις πρακτικές τέχνες και στα προϊόντα τους και στις πρακτικές εφαρμογές των επιστημονικών ανακαλύψεων, παρά σε καλλιτεχνικές δραστηριότητες και σε αυτό το πλαίσιο θα αναφέρεται στην παρούσα εργασία.

Διακρίνοντας μερικές θεμελιώδεις αρχές, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η τεχνολογία, αποτελεί αποκλειστικό προϊόν της ανθρώπινης νόησης, καθώς δεν απαντάται σε άλλους ζώντες οργανισμούς⁴². Αυτό, έχει ως αποτέλεσμα να συνδυάζεται με άλλα χαρακτηριστικά της ανθρώπινης ιδιοσυγκρασίας, όπως η παρατήρηση, η φαντασία, η δημιουργική σκέψη και η διαίσθηση. Όλα αυτά, μπορούν να θεωρηθούν παράγοντες που σε διαφορετικούς βαθμούς, συμβάλουν στην διαδικασία της ανακάλυψης. Βέβαια, λαμβάνοντας υπόψη τις προαιώνιες ανησυχίες του ανθρώπου σχετικά με την φύση, τον προορισμό του και το νόημα της ζωής, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η τεχνολογία εκτός από την ικανοποίηση θεμελιωδών αναγκών σίτισης, προστασίας και επιβίωσης, αποτελεί ένα μέσο για να εκφράσει αυτές τις ανησυχίες, να προσδώσει νόημα στη ζωή του, να αγγίξει την αίσθηση της ελευθερίας και να κατανοήσει τον κόσμο που τον περιβάλλει.

⁴² Αρκεί βέβαια, να μην θεωρήσουμε την κατασκευή φωλιών από διάφορα πουλιά, ή άλλες δραστηριότητες των ζώων ως τεχνολογικά προϊόντα, αλλά ως ενστικτώδεις ενέργειες χωρίς δυνατότητα εξέλιξης μέσω της σκέψης.

Μάλιστα, κάποιιοι θεωρούν την τεχνολογία ως την πηγή ελπίδας για το μέλλον του ανθρώπου. Χαρακτηριστικά, ο Brian Arthur (2009) αναφέρει ότι «οι μεγαλύτερες ελπίδες της ανθρωπότητας, βασίζονται στην τεχνολογία. Αλλά, αυτό που οι άνθρωποι εμπιστεύονται περισσότερο είναι η φύση. Αυτές οι δύο δυνάμεις, δρουν ως τεκτονικές πλάκες που αλέθονται συνεχώς, μέσω μιας αργόσυρτης σύγκρουσης»⁴³.

Αν θα μπορούσαμε να υποθέσουμε ότι η τεχνολογία έχει κάποιες ιδιότητες, αυτές θα ήταν οι εξής. Πρώτον, η σωρευτική φύση της, δηλαδή, όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, το γεγονός ότι οι νέες τεχνολογίες βασίζονται πάνω στις προηγούμενες για την ανακάλυψή και υλοποίησή τους. Αυτό βέβαια, μπορεί να μην έχει πάντα νόημα σε επιστημονικό επίπεδο, καθώς μια νέα επιστημονική ανακάλυψη μπορεί να δημιουργήσει ένα νέο τεχνολογικό προϊόν που να βασίζεται σε τελείως άλλες φυσικές αρχές λειτουργίας και όμως να αντικαθιστά ένα παλαιότερο τέχνημα που υπηρετεί τον ίδιο σκοπό. Και πάλι όμως, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η χρήση των παλαιότερων τεχνολογικών μέσων οδήγησε στη νέα ανακάλυψη, ακόμα και να υποθέσουμε ότι η ανάγκη για μια νέα ανακάλυψη βασίζεται στο γεγονός ότι το παλαιότερο έκανε τον κύκλο του. Όπως και να έχει, πρόκειται για μια διαδικασία αλληλεπίδρασης μεταξύ πολλών παραγόντων και σίγουρα, στην σύγχρονη εποχή η τεχνολογία αλληλεπιδρά σε μεγάλο βαθμό με την επιστήμη, πράγμα που διαισθητικά κατανοεί ο καθένας από εμάς. Μια άλλη ιδιότητα που ίσως θα είχε κάποια χρησιμότητα να εξετάσει κανείς περαιτέρω, είναι το γεγονός ότι η κάθε εποχή μπορεί να αναγνωριστεί και να εξηγηθεί, σε ένα μεγάλο βαθμό τουλάχιστον, από τις τεχνολογίες που χρησιμοποιεί. Με άλλα λόγια, το πώς μπορεί κανείς να μελετήσει την ιστορία μέσα από την ιστορία της τεχνολογίας. Πράγματι, η αξιοποίηση των φυσικών πόρων, η παραγωγή πλούτου, η στρατιωτική δύναμη, τα καλλιτεχνικά επιτεύγματα, η επιστημονική πρόοδος, οι κατασκευές, όλα αυτά αποτελούν κομμάτια του πολιτισμού τα οποία έχουν άμεση ή έμμεση εξάρτηση από την τεχνολογία. Σημαντικές πτυχές της, μπορούμε να θεωρήσουμε αυτές που έχουν να κάνουν με τις αισθήσεις όπως την οπτική αλλά και την μουσική της πλευρά.

⁴³ ARTHUR, W. B. 2009. The nature of technology: what it is and how it evolves, New York, Free Press. σ. 3

Πώς διαμορφώνεται, λοιπόν, η τεχνολογική πρόοδος; Δεν υπάρχει αμφιβολία, ότι οι ανθρώπινες ανάγκες αποτελούν μια βασική κινητήρια δύναμη, που όμως από μόνες τους δεν αρκούν για την δημιουργία μια νέας τεχνολογίας. Αυτό που συμπληρώνει τη διαδικασία, είναι η φυσική αρχή μέσω της οποίας θα υλοποιηθεί αυτή η νέα τεχνολογία. Αυτό, κυρίως στο παρελθόν, δεν προϋπέθετε την επιστημονική ερμηνεία αυτής της φυσικής αρχής, καθώς είναι γνωστό πως η τεχνολογία προϋπάρχει κατά πολύ της επιστήμης. Όμως, στην σύγχρονη τεχνολογική εποχή, η τεχνολογική με την επιστημονική έρευνα συμβαδίζουν και αλληλοεπικαλύπτονται. Επίσης, αξίζει να αναφέρουμε ότι η ανταλλαγή και τεχνολογικής γνώσης μεταξύ των πολιτισμών, αποτέλεσε μια συνήθη πρακτική με αποτέλεσμα την διάδοση τεχνικών και μεθόδων σε διάφορες περιοχές. Αυτή η πρακτική, στην εποχή μας έχει λάβει τεράστιες διαστάσεις μέσω των σύγχρονων μέσων διάδοσης της πληροφορίας και του παγκόσμιου ιστού.

Μιλήσαμε παραπάνω για ένα πλέγμα τεχνολογικών μορίων, τα οποία ως πυρήνα έχουν το δίπολο ανθρώπινη ανάγκη – κατάλληλη φυσική αρχή (η χρήση της οποίας θα ικανοποιήσει την ανάγκη). Με αυτή την εικόνα κατά νου, μπορούμε να συνοψίσουμε την τεχνολογία ως: *ένα συνδυαστικό προϊόν ανθρώπινης σκέψης, φυσικών αρχών και φυσικών πόρων, το οποίο έχει σκοπό να ικανοποιήσει πάσης φύσεως ανάγκες (πρακτικές, καλλιτεχνικές, βιοτικές), και να νοηματοδοτήσει την ανθρώπινη ύπαρξη μέσω της κατανόησης του περιβάλλοντα κόσμου και των δυνάμεών του.*

2. Ο κόσμος της επιστήμης

2.1. Σύντομο χρονικό και ιστορική εξέλιξη της επιστήμης

Η έννοια της επιστήμης χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερη πολυπλοκότητα και για να κατανοηθεί απαιτείται μια ευρεία και περιεκτική προσέγγιση. Η πολυπλοκότητα αυτή έγκειται στην αμφισημία του όρου καθώς και στις διαφορετικές οπτικές που μπορεί να υιοθετήσει κανείς για την ερμηνεία του. Η γνώση, η μέθοδος, η εμπειρία μέσω των αισθήσεων, η ανάγκη επιβολής στο φυσικό περιβάλλον μέσω της εξήγησης των νόμων που το διέπουν, όλα αυτά αποτελούν κάποιες από τις επόψεις περί επιστήμης. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι ακόμα και στην σύγχρονη εποχή, με την επιστήμη να αποτελεί ένα σημαντικό μέρος του πολιτισμού μας και μάλιστα πολύ διαδεδομένο σε ευρύ ακροατήριο σε σχέση με άλλες εποχές, η συζήτηση της επιστημονικής κοινότητας για το “τι είναι επιστήμη” συνεχίζεται με αμείωτο ενδιαφέρον. Αυτό, κατά κάποιο τρόπο, ενισχύει μια διαισθητική διαπίστωση ότι η επιστήμη είναι ένας ζωντανός οργανισμός ο οποίος πλάθεται μέσα στην ιστορική πορεία και παίρνει την μορφή που του αναλογεί σε κάθε δεδομένη ιστορική εποχή. Στην πραγματικότητα, το πλαίσιο κατανόησης της επιστήμης δεν μπορεί να μην αλληλεπιδρά με τις υπόλοιπες αξίες που διαμορφώνουν την ευρύτερη κοινωνική και πολιτική δομή της εκάστοτε εποχής. Κοντολογίς, η κατανόηση της επιστήμης των αρχαίων χρόνων σε σχέση με αυτή του Μεσαίωνα θα πρέπει να προσεγγιστεί και να κατανοηθεί με βάση τις γνωσιακές και αξιακές θεωρήσεις της αρχαιότητας. Ο D. Lindberg⁴⁴ (1992) προσεγγίζει πολύ εύστοχα αυτό το θέμα θεωρώντας ότι απαιτείται σεβασμός στους *τρόπους* με τους οποίους προηγούμενες γενιές προσέγγισαν την φύση και την επιστήμη και ότι η θεώρηση αυτών των τρόπων με βάση τη μορφή, το περιεχόμενο και τη μέθοδο της σύγχρονης εποχής, θα προκαλούσε μια αναπόφευκτη παραμόρφωση. Εξάλλου, είναι και ενδιαφέρον και χρήσιμο να κατανοήσουμε, κατά το δυνατόν, τον τρόπο των προγόνων μας ως είχε, μιας και αυτός αποτελεί μέρος της πνευματικής μας καταγωγής.

⁴⁴ LINDBERG, D. C. 1997. *Οι Απαρχές της Δυτικής Επιστήμης*, μτφ. Μαρκολέφας, Η., Αθήνα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., σ. 3-5

Κρίνεται λοιπόν, στο σημείο αυτό, απαραίτητο να κάνουμε μια σύντομη ιστορική ανασκόπηση της επιστήμης και των μεθόδων της, από την απαρχή της έως τη σύγχρονη εποχή, έτσι ώστε να κατανοήσουμε την εξέλιξή της διαμέσου του χρόνου και να δημιουργήσουμε τα αναγκαία θεμέλια για να εξετάσουμε και να κατανοήσουμε την επιστήμη του σήμερα σε φιλοσοφικό, γνωσιακό, αξιακό, μεθοδολογικό, συναισθηματικό, κοινωνικό και πολιτικό επίπεδο.

2.1.1. Η επιστήμη και η φιλοσοφία της στον αρχαίο κόσμο

Οι απαρχές της επιστημονικής σκέψης αποδίδονται, κατά κοινή ομολογία, στους Έλληνες φιλοσόφους του 6^{ου} αιώνα π.Χ., οι οποίοι στηρίχθηκαν πάνω στα επιτεύγματα και τη γνώση των πολιτισμών της Μεσοποταμίας και των Αιγυπτίων. Η διαφορά έγκειται στο ότι η “γνώση” αυτών των πολιτισμών ήταν επιφορτισμένη με πολλά θρησκευτικά και μυθολογικά στοιχεία και όπως αναφέρει ο Edward Grand (2007) «τα γραπτά στοιχεία που έχουμε στη διάθεσή μας φανερώνουν μια έντονη έμφαση σε μυθολογικές και θρησκευτικές πλευρές, ως μέσα για την εξήγηση της δημιουργίας του κόσμου και των λειτουργιών του [...] ό,τι θεωρούμε φυσική φιλοσοφία της Αιγύπτου και της Μεσοποταμίας ήταν πάντα συνδεδεμένο με μαγικές και θρησκευτικές θεωρήσεις»⁴⁵. Παρόλα αυτά, οι Αιγύπτιοι και οι Βαβυλώνιοι, πρώτοι ανέπτυξαν τα αντικείμενα έρευνας των μαθηματικών, της ιατρικής και της αστρονομίας της οποίας μάλιστα η βασική πρακτική, η παρατήρηση των ουράνιων σωμάτων, παραμένει αμετάβλητη μέχρι σήμερα. Οι Αιγύπτιοι, ήδη από το 3000 π.Χ. είχαν εφεύρει ένα δεκαδικό σύστημα αρίθμησης, είχαν αναπτύξει ημερολόγιο με βάση τις αστρονομικές και φυσικές παρατηρήσεις (της διαδοχής των εποχών) και βέβαια είχαν επεξεργαστεί μια σημαντική γνώση της γεωμετρίας, για πρακτικούς κυρίως λόγους. Στην ιστορία του, ο Ηρόδοτος αναφέρει χαρακτηριστικά για την ανακάλυψη της γεωμετρίας:

Και μου είπαν ότι αυτός ο βασιλιάς (Φαραώ) μοίρασε τη γη σε όλους τους Αιγυπτίους δίνοντας στον καθένα από έναν ίσο τετράγωνο κλήρο, και με αυτόν εξασφάλισε τα δημόσια έσοδα ορίζοντας να καταβάλλεται κάθε χρόνο ένας φόρος.

⁴⁵ GRANT, E. 2007. *A history of natural philosophy: from the ancient world to the nineteenth century*, New York, Cambridge University Press. σ. 2

Αν όμως τύχαινε ο ποταμός να παρασύρει κάποιο μέρος από τον κλήρο κανενός, αυτός πήγαινε στον βασιλιά και του ανέφερε το γεγονός, και ο βασιλιάς έστελνε επιθεωρητές και μετρούσαν πόσο είχε λιγαστέψει το χωράφι ώστε από εκεί και πέρα ο ιδιοκτήτης να πληρώνει το ανάλογο μέρος του ορισμένου φόρου. Και έχω τη γνώμη ότι έτσι ανακαλύφθηκε η γεωμετρία και ανέβηκε στην Ελλάδα. Όσο για το ηλιακό ρολόι και τον γνώμονα και τα δώδεκα μέρη της ημέρας οι Έλληνες τα έμαθαν από τους Βαβυλωνίους.⁴⁶

Μάλιστα, ο Ηρόδοτος και πάλι, αναφέρει πως ο ίδιος ο Πυθαγόρας μυήθηκε στα μυστικά των μαθηματικών από Αιγυπτίους ιερείς κι ύστερα, ως αιχμάλωτος, μεταφέρθηκε στην Βαβυλώνα όπου επίσης αποκόμισε σημαντικές μαθηματικές γνώσεις. Ίσως το σημαντικότερο στοιχείο από τέτοιες αφηγήσεις είναι το γεγονός πως οι αρχαίοι Έλληνες είχαν επίγνωση της επιρροής αυτών των πολιτισμών στον δικό τους.

Είναι γεγονός πως οι Έλληνες πρώτοι ανέπτυξαν μια πλήρη αλφαβητική γραφή όπου κάθε φωνητικός ήχος αντιστοιχούσε σε ένα σύμβολο (σύμφωνο ή φωνήεν) κάνοντας έτσι δυνατή την ευρεία κοινωνική διάδοση της γραφής. Πριν από αυτούς, οι Αιγύπτιοι είχαν δημιουργήσει ένα σύστημα ιερογλυφικών όπου σε κάθε σύμβολο αντιστοιχούσε ένα αντικείμενο. Αυτός ο τρόπος γραφής όμως, απαιτούσε την απομνημόνευση τεραστίου πλήθους εικονογραφημάτων κι έτσι παρέμενε κλειστός ως προνόμιο μιας συγκεκριμένης ιερατικής τάξης. Αντίστοιχα, οι πολιτισμοί της Μεσοποταμίας ανέπτυξαν εικονογραφήματα τα οποία χάραζαν πάνω σε πλάκες από πηλό. Η σημασία αυτών των πρώιμων συστημάτων γραφής έγκειται στο ότι έγινε δυνατή η συλλογή στοιχείων και δεδομένων, τα οποία ήταν ακατόρθωτο να συλλεχθούν με βάση τον προφορικό λόγο. Με αυτό τον τρόπο κατά συνέπεια, γίνεται εφικτή η μελέτη των στοιχείων από τους επόμενους καθώς και η σύγκρισή τους με τις δικές τους παρατηρήσεις. Δημιουργούνται δηλαδή νέες προοπτικές στην αξιοποίηση της γνώσης καθώς και ένα νέο σύστημα πεποιθήσεων, μια νέα κοσμοθεωρία, σχετικά με την φύση της αλήθειας και τις γνώσης και τον τρόπο προσέγγισής τους. Με άλλα λόγια, η ανάπτυξη της φιλοσοφίας και της επιστήμης δεν μπορούν παρά να έχουν άμεση

⁴⁶ ΗΡΟΔΟΤΟΥ "Ιστορία". 1992. Μτφ. Ζενάκος, Λ., Αθήνα, εκδόσεις Γκοβόστη. (βιβλίο 2, ΕΥΤΕΡΠΗ-ΘΑΛΕΙΑ, παράγραφος 109)

σχέση με την εφεύρεση της γραφής, γεγονός που από μια πλευρά εξηγεί και την μεγάλη άνθιση τους στον αρχαίο Ελληνικό κόσμο, όπου η αλφαβητική γραφή και αναπτύχθηκε πλήρως και εξαπλώθηκε στο μεγαλύτερο μέρος της κοινωνίας.

Ο John Burnet (1928) υποστηρίζει πως μπορούμε να δώσουμε μια επαρκή περιγραφή της επιστήμης «[...] ως τον τρόπο σκέψης που υιοθέτησαν οι αρχαίοι Έλληνες, για την εξήγηση του κόσμου. Αυτό συνεπάγεται πως δεν υπήρξε επιστήμη παρά μόνο σε αυτούς που ήρθαν σε επαφή με τον Ελληνικό πολιτισμό»⁴⁷. Σαφώς και ο Burnet δεν είναι ο μοναδικός που υποστηρίζει τέτοιου τύπου θέσεις και μάλιστα, αν και η αλληλεπίδραση των πολιτισμών γύρω από τη Μεσόγειο θεωρείται δεδομένη, «είναι μάλλον απίθανο οι Έλληνες να δανείστηκαν την επιστήμη από άλλους, παρά την εφηύραν οι ίδιοι»⁴⁸. Για την υποστήριξη αυτής της θέσης, ο Burnet αναφέρει πως η επιστήμη στην αρχαία Ελλάδα, τουλάχιστον για τρεις γενιές, παρέμεινε σε πρωταρχικό στάδιο σε κάποιους τομείς, άρα οι επιρροές που δέχτηκαν οι Έλληνες από την Αίγυπτο και την Μέση Ανατολή δεν συνιστούσαν “ορθολογική επιστήμη”. Μάλιστα διερωτάται πως, αν οι Αιγύπτιοι πράγματι διέθεταν κάποια συστηματική μαθηματική γνώση, τότε πως εξηγείται ότι ο Ευκλείδης πρώτος διατύπωσε τις βασικές αρχές της επίπεδης γεωμετρίας; Έτσι ο συγγραφέας καταλήγει στο ότι «η επιστήμη, (έτσι όπως την θεμελίωσαν ο Κοπέρνικος, ο Γαλιλαίος, ο Νεύτωνας και ο Κέπλερ) ακολουθεί τα χνάρια του Θαλή και του αρχαίου Ελληνικού τρόπου σκέψης και δεν έχει σχεδόν καμία σχέση με το θρησκευτικό, προφητικό και πρακτικό χαρακτήρα της παλαιότερης γνώσης». Πάντως, έχει σημασία να τονίσουμε ότι οι Έλληνες κατάφεραν να χρησιμοποιήσουν δημιουργικά τις επιρροές τους από τους άλλους πολιτισμούς σε διάφορους τομείς και όχι μόνο στην επιστημονική θεμελίωση του κόσμου. Αν και γνώρισαν την αρχιτεκτονική και την γλυπτική από τους Αιγύπτιους, των οποίων οι πυραμίδες αποτελούν μεγαλειώδη μνημεία της ανθρώπινης ιστορίας, προχώρησαν στην κατασκευή του Παρθενώνα που χαρακτηρίζεται, κατά κοινή ομολογία, από ανυπέρβλητη ομορφιά και αισθητική τελειότητα.

⁴⁷ BURNET, J. 1928. *Greek philosophy. Part I, Thales to Plato*, London, Macmillan and co., limited.

σ. 4

⁴⁸ του ιδίου, σ. 4-5.

Οι λόγοι που οδήγησαν σε αυτή την πρωτόγνωρη ανάπτυξη της επιστήμης, της φιλοσοφίας και της τέχνης θα πρέπει να αναζητηθούν σε ένα ευρύ φάσμα. Καταρχήν, οι Έλληνες έπλασαν τους θεούς καθ' εικόνα και ομοίωση τους, προσδίδοντάς τους δηλαδή ανθρώπινες συμπεριφορές και πάθη. Αυτό προσδίδει μια αίσθηση ελευθερίας και θέτει τις βάσεις της απαγκίστρωσης από την ερμηνεία των φαινομένων με βάση τις υπερφυσικές και μη εξηγήσιμες δυνάμεις της εκάστοτε θεότητας. Ο Όμηρος, στην Ιλιάδα και την Οδύσσεια, τοποθετεί τους θεούς αντιμέτωπους μεταξύ τους και στην ίδια μοίρα με τους ανθρώπους, έχοντας τις αψιμαχίες τους, τις συμπάθειες και τις δολιοφθορές τους. Αυτά τα κείμενα αν και αποδίδονται, κατά την επικρατούσα άποψη, στην προφορική παράδοση⁴⁹, αποτελούν θεμελιώδη έργα της αρχαίας ελληνικής λογοτεχνίας και φανερώνουν σε μεγάλο βαθμό το περιεχόμενο και την μορφή της σκέψης του τότε. Όπως σωστά τοποθετεί το θέμα ο Lindberg (1997) «[...] δεν θα έπρεπε να εγκαταλείψουμε αυτές τις αρχαίες πηγές πολύ γρήγορα. Ο Όμηρος και ο Ησίοδος αποτελούν τις λίγες πηγές στη διάθεσή μας που αποκαλύπτουν κάτι από την αρχαϊκή ελληνική σκέψη. [...] αποτελούν τον πυρήνα της αρχαίας ελληνικής παιδείας και πολιτισμού και δεν είναι δυνατόν να μην άσκησαν επίδραση στην αρχαία ελληνική σκέψη»⁵⁰.

Στην πραγματικότητα, ο Όμηρος περιγράφει την μεταστροφή της ελληνικής σκέψης, η οποία αφαίρεσε από τις θεότητες την κυριαρχία τους, μέσω του εξευτελισμού τους, και άφησε την φύση απογυμνωμένη. Έπρεπε λοιπόν, να δοθούν νέες εξηγήσεις σχετικά με τις δυνάμεις που κρύβονται πίσω από τα φυσικά φαινόμενα. Η απάντηση που δόθηκε από τους Έλληνες σε αυτό το

⁴⁹ Ο Γιώργος Λυκούρας, μέσα από την έρευνά του στα έπη του Ομήρου, αντιμάχεται την ιδέα της προφορικότητας των επών, ως προϊόν επιστημονικής διαστρέβλωσης και ψυχρής φιλολογικής ανάλυσης, θεωρώντας ότι αποτελούν αναπόσπαστο πολιτιστικό και πνευματικό στοιχείο του Ελληνισμού, όπως επίσης και ιστορική πηγή. Σημαντικές είναι οι ανακαλύψεις του σχετικά με τα μαθηματικά στοιχεία που βρίσκονται “κρυμμένα” μέσα στα ομηρικά έπη, στοιχεία τα οποία ενισχύουν την άποψη ότι αυτά δεν αποτελούν διασκεδαστικές μεγάλες ιστορίες ηρωικών κατορθωμάτων της προφορική παράδοσης αλλά πηγή αρχείων και κωδικοποιημένης γνώσης. Για το έργο του δείτε:

Λυκούρας, Γ. 2012. *Η προσέγγιση του π στον Όμηρο*, Αττική, Εκδόσεις Παρουσία

⁵⁰ LINDBERG, D. C. 1997. *Οι Απαρχές της Δυτικής Επιστήμης*, μτφ. Μαρκολέφας, Η., Αθήνα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.. σ. 36

ερώτημα ήταν καθοριστικής σημασίας για όσα θα ακολουθούσαν⁵¹. Απέδωσαν την εξήγηση των δυνάμεων και της ομοιομορφίας της φύσης σε *αφηρημένες αρχές*, οι οποίες αντλήθηκαν σε πρώτη φάση από την ανθρώπινη κοινωνία. Η δικαιοσύνη, η μοίρα, η ανάγκη, η δύναμη, η βία, είναι μερικές από αυτές. Αργότερα βέβαια μέσω της ανάπτυξης της φιλοσοφίας, αυτές οι αρχές απέκτησαν λιγότερο προσωπικό χαρακτήρα και μετεξελίχθηκαν σε ένα μηχανιστικό σύστημα εξήγησης των πραγμάτων. Ο Αισχύλος στην τραγωδία του “Προμηθεύς δεσμώτης” λέει ότι το Κράτος (δύναμη) και η Βία μαζί με τον θεό Ήφαιστο, ύστερα από εντολή του Δία, οδηγούν τον Προμηθέα σε μια ερημιά της Σκυθίας και τον καθηλώνουν σε ένα βράχο, επειδή έκλεψε τη φωτιά από τους θεούς και την πρόσφερε στους ανθρώπους (αλλά και για κάποιο μυστικό που κατέχει σχετικά με την επικείμενη πτώση του Δία). Ο Χορός συμπαραστέκεται στον Προμηθέα και τον παροτρύνει να λυθεί από τα δεσμά του. Τότε εκείνος απαντά:

Προμηθέας: Δεν είν' γραφτό απ' τη μοίρα τέτοιο ακόμα τέλος, αυτά να λάβουν, μα αφού δαμαστώ από μύρια βάσανα, τότε θα λυθώ, γιατί έχει η τέχνη πολύ πιο λίγη δύναμη απ' την ανάγκη.

Χορός: Και ποιος να κυβερνά το δοιάκι της ανάγκης;

Προμηθέας: Μοίρες οι τρεις κι οι Ερινύες που δεν ξεχνούνε.

Χορός: Όστε είναι πιο απ' αυτές αδύνατος ο Δίας;

Προμηθέας: Βέβαια να φύγει απ' το γραφτό δε θα ήταν τρόπος.

Χορός: Και τι άλλο του γραφτό παρά εξουσία αιώνια;

Προμηθέας: Μ' όλα τα παρακάλια αυτό δε θα το μάθεις.

Χορός: Μυστήριο θα 'ναι βέβαια που έτσι τα κρύβεις.

⁵¹ Αντίθετη κατεύθυνση ακολούθησε η φιλοσοφική σκέψη των Εβραίων, οι οποίοι ανύψωσαν τον δικό τους θεό πάνω απ' τη φύση και από τους ίδιους, ως παντοδύναμο και δημιουργό των πάντων, οπότε και παραιτήθηκαν από την ανάγκη διαφορετικής εξήγησης των φυσικών φαινομένων.

Προμηθέας: Άλλη ομιλία ας αλλάζαμε, γιατί δεν είναι καιρός γι' αυτό το λόγο, που όσο πιο κρυμμένος πρέπει να μένει. κι έτσι μόνο αν τον φυλάγω, απ' τ' άπρεπα δεσμά και πάθη θα γλιτώσω.⁵²

Μέσα σε αυτό το νοητικό πλαίσιο γεννιέται στην αρχαία Ελλάδα η φιλοσοφία και η λογική, κατά τον 6^ο αιώνα π.Χ. Μέσα σε εννιά γενιές φιλοσόφων, περίπου 300 χρόνια, από τον Θαλή τον Μιλήσιο (600 π.Χ.) μέχρι τον Αριστοτέλη τον Σταγειρίτη (322 π.Χ.), ο κόσμος γνώρισε μια φιλοσοφική έκρηξη που έμελλε να τον επηρεάσει από τότε και εφεξής.

Οι παλαιότεροι, η αλλιώς προσωκρατικοί, φιλόσοφοι κατάγονται από την Ιωνία της Μικράς Ασίας και έζησαν σε ακμάζοντα εμπορικά κέντρα όπως η Έφεσος, η Μίλητος και η Σμύρνη. Ο Θαλής, ο οποίος και θεωρείται ένας από τους επτά σοφούς της αρχαιότητας, ο Αναξίμανδρος και ο Αναξίμενης είναι οι κυριότεροι Μιλήσιοι φιλόσοφοι του 6^{ου} αιώνα π.Χ. Ο Θαλής (624 π.Χ. – 546 π.Χ.) εργάστηκε ως γεωμέτρης, αστρονόμος και μηχανικός και ίδρυσε την Ιωνική Σχολή φυσικής φιλοσοφίας στη Μίλητο. Η σημαντική του πρόσφορα έγκειται στο γεγονός ότι απέρριψε της μυθολογικές εξηγήσεις των φαινομένων και τοποθέτησε ένα φυσικό στοιχείο, το νερό, ως την θεμελιώδη αρχή δημιουργίας του κόσμου. Ο Αριστοτέλης λέει στα μεταφυσικά του:

«[...]άλλὰ Θαλῆς μὲν ὁ τῆς τοιαύτης ἀρχηγὸς φιλοσοφίας ὕδωρ φησὶν εἶναι· διὸ καὶ τὴν γῆν ἐφ' ὕδατος ἀπεφήνατο εἶναι, λαβὼν ἴσως τὴν ὑπόληψιν ταύτην ἐκ τοῦ πάντων ὀρᾶν τὴν τροφήν ὑγρὰν οὔσαν καὶ αὐτὸ τὸ θερμὸν ἐκ τούτου γιγνόμενον καὶ τούτῳ ζῶν' τὸ δ' ἐξ οὗ γίνεται, τοῦτ' ἐστὶν ἀρχὴ πάντων.⁵³»

Ο Αναξίμανδρος (610 π.Χ. - 547 π.Χ.) από την άλλη, σύγχρονος του Θαλή, θεώρησε το *άπειρο* ως πηγή του κόσμου, ένα άπειρο χωρίς συγκεκριμένη μορφή που παρόλα αυτά είναι υπεύθυνο για την ισορροπία της παγκόσμιας τάξης. Σε αντίθεση με τον Θαλή, δεν αποδέχθηκε ότι ένα από τα τέσσερα στοιχεία (ύδωρ, πυρ, αέρας, γη) κατέχει πρωταρχική θέση λέγοντας πως αν αυτό αλήθευε τότε το πρωτεύον στοιχείο θα είχε καταδικάσει, μέσω των ιδιοτήτων του, τα

⁵² Αισχύλος, 2009. *Προμηθέας Δεσμώτης*. μτφ, Γρυπάρης, Ι., εκδόσεις Ποντίκι, Αθήνα. Στίχοι 515-525

⁵³ Αριστοτέλης, *Μεταφυσικά*, Βιβλίο Πρώτο, 983b18.

υπόλοιπα στοιχεία στον αφανισμό. Από την άλλη, ο Αναξιμένης ο Μιλήσιος (585 – 528 π.Χ.), μαθητής του Αναξίμανδρου, θεώρησε το στοιχείο του ανέμου ως μοναδική και άπειρη αρχή και πρωταρχικό στοιχείο που ζωοδότησε τον κόσμο. Οι συνεχείς μεταβολές του είναι αυτές που διαφοροποιούν τα φυσικά φαινόμενα και η άπειρία του είναι η απόδειξη πως αποτελεί ανεξάντλητη πηγή ζωής. Αξίζει να παρατηρήσουμε ότι οι θεωρίες αυτών των φιλοσόφων παρουσιάζουν τα κοινά χαρακτηριστικά του υλισμού και του μονισμού, δηλαδή το ότι κάποιο υλικό στοιχείο ήταν πρωταρχικό και μάλιστα ένα. Συνεχίζοντας αυτή την φιλοσοφική παράδοση, ο Ηράκλειτος (μέσα του 6^{ου} αιώνα π.Χ.) από την Έφεσο υποστήριξε πως η φωτιά είναι το πρωταρχικό στοιχείο καθώς μόνο αυτή είναι σε διαρκή κατάσταση ροής. Η φιλοσοφία του χαρακτηρίζεται επίσης από την εισαγωγή της έννοιας του Λόγου⁵⁴, ως την κινητήριου δύναμη των πραγμάτων και την αιτία της ομοιομορφίας της φύσης. Η φιλοσοφία του χαρακτηρίζεται έντονα από την έννοια την μεταβολής. Μάλιστα, ακόμα και σε μια φαινομενική ισορροπία υπάρχει η πάλη των αντιθέτων τα οποία εξισορροπούνται με αντίθετες δυνάμεις, αυτό που θα λέγαμε με σύγχρονο τρόπο «δυναμική ισορροπία».

Ως συνέχεια και επέκταση των θεωριών των υλιστών φιλοσόφων εμφανίζεται μια νέα προσέγγιση του κόσμου, ο οποίος εξηγείται ως μια ενότητα απείρων και ελαχίστων σωματιδίων, τα άτομα. Οι πρώτοι ατομιστές φιλόσοφοι (δεύτερο μισό του 5^{ου} αιώνα π.Χ.), ο Λεύκιππος ο Μιλήσιος και ο Δημόκριτος ο Αβδηρίτης, διατύπωσαν θεωρίες για την δομή της πρωταρχικής ύλης και μίλησαν για το απόλυτο κενό αλλά και πρότειναν την εξήγηση πως τα πάντα υποκινούνται από μία αιτία, μια αναγκαιότητα που διέπει όλες τις αλλαγές. Πρόκειται για μια μηχανιστική, αιτιοκρατική εξήγηση του κόσμου ο οποίος δρα ως “άψυχος μηχανισμός”. Ακόμα και η ψυχή, έννοια που δεν απέρριψαν οι ατομικοί φιλόσοφοι, ερμηνεύεται μέσω των υλικών ατόμων. Παρότι, όπως αναφέρει ο Lindberg (1997), η κοσμοθεωρία των ατομικών βρέθηκε σε αντιπαράθεση με την φιλοσοφία του Πλάτωνα και του Αριστοτέλη, όταν

⁵⁴ Πρόκειται για μια έννοια με πολλές ερμηνείες στην ελληνική γλώσσα. Ο Ηράκλειτος κατά πάσα πιθανότητα εννοεί τον «λόγο» ως την ρυθμιστική αρχή που ενώνει όλα τα φαινόμενα σε ένα λέγοντας χαρακτηριστικά: «οὐκ ἔμοῦ, ἀλλὰ τοῦ λόγου ἀκούσαντας ὁμολογεῖν σοφόν ἔστιν ἐν πάντα εἶναι.»

ξαναήρθε στο προσκήνιο κατά τον 17^ο αιώνα, επηρέασε έντονα τις επιστημονικές αναζητήσεις από τότε και ύστερα⁵⁵. Σαφώς και δεν πρέπει να παραλείψουμε μια άλλη μεγάλη μορφή της προσωκρατικής φιλοσοφίας, αυτή του *Πυθαγόρα του Σάμιου*. Το γεγονός πως δεν σώζονται γραπτά του δυσκολεύει να διακρίνουμε τι αποδίδεται καθαρά σε αυτόν και τι στους μαθητές του. Για αυτό το λόγο είναι σύνηθες να αναφέρεται κανείς στους “Πυθαγόρειους” και όχι στον Πυθαγόρα αυτοπροσώπως. Η μεγάλη συνεισφορά των Πυθαγορείων έγκειται στην ανάπτυξη και θεμελίωση των μαθηματικών καθώς και την προσπάθεια εξήγησης του κόσμου μέσω αυτών. Η έννοια της αριθμητικής αναλογίας κατέχει κεντρική θέση στην φιλοσοφία τους και μέσω αυτής επιχείρησαν να εξηγήσουν τα θεμέλια του κόσμου καθώς και της μουσικής.

Η σημασία των μαθηματικών στην ερμηνεία της φύσης φαίνεται πως δεν άφησε ανεπηρέαστους τον Πλάτωνα και τον Αριστοτέλη. Ο Πλάτων(427 π.Χ.–347 π.Χ.), ένας από τους πιο επιδραστικούς φιλοσόφους όλων των εποχών⁵⁶, αντιστοίχισε τα θεμελιώδη στοιχεία της φύσης με τα θεμελιώδη γεωμετρικά στερεά (τετράεδρο, οκτάεδρο, εικοσάεδρο, κύβος και δωδεκάεδρο) αναπτύσσοντας μια θεωρία για την «καθαρότητα των μορφών». Για αυτόν, οι μορφές (ή αρχέτυπα) υπήρχαν σε ένα ανώτερο επίπεδο, παρέμεναν αναλλοίωτες μέσα στο χρόνο και μπορούσαν, σε τελικό στάδιο, να προσεγγιστούν μόνο με την λογική (έλλογο νου) και όχι μέσω των αισθήσεων. Από την άλλη, σε ένα χαμηλότερο επίπεδο, τοποθετούνται τα αισθητά αντικείμενα τα οποία προκύπτουν ως ατελής αντιγραφή των καθαρών ιδεών, βρίσκονται σε συνεχή ροή και έτσι υπόκεινται τη φθορά του χρόνου. Η μεγάλη διαφορά της κοσμοθεωρίας του Πλάτωνα σε σύγκριση με αυτήν των προσωκρατικών φιλοσόφων έγκειται στο ότι η τάξη και η αρμονία του σύμπαντος διατηρείται μόνο μέσα από την δράση μιας εξωτερικής δύναμης, ενός

⁵⁵ LINDBERG, D. C. 1997. *Οι Απαρχές της Δυτικής Επιστήμης*, μτφ. Μαρκολέφας, Η., Αθήνα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.. σ. 43

⁵⁶ WHITEHEAD, A. N., GRIFFIN, D. R. & SHERBURNE, D. W. 1978. *Process and reality : an essay in cosmology*, New York, Free Press. σ. 39

Ο Βρετανός φιλόσοφος και μαθηματικός Alfred North Whitehead υποστηρίζει πως «η πιο ασφαλής γενίκευση που μπορούμε να κάνουμε σχετικά με την ευρωπαϊκή φιλοσοφία είναι ότι αυτή αποτελεί μια σειρά υποσημειώσεων σχετικά με την φιλοσοφία του Πλάτωνα».

έλλογου δημιουργού⁵⁷. Δηλαδή, τα κομμάτια που απαρτίζουν το όλο δένονται από εξωγενή δύναμη και όχι από μια δική τους εσωτερική συνοχή, όπως υποστήριζαν οι προσωκρατικοί φιλόσοφοι. Αξίζει να αναφέρουμε επίσης την Ακαδημία του Πλάτωνα, το πρώτο ίδρυμα ανωτέρων σπουδών φιλοσοφίας και φυσικής επιστήμης, που ύστερα από περίπου εννιά αιώνες παρουσίας η λειτουργία του τερματίστηκε από τον βυζαντινό Ιουστινιανό το 529 μ.Χ. με την αφορμή ότι αποτελούσε ένα απομεινάρι της παγανιστικής φιλοσοφίας.



Εικόνα 8: Η σχολή των Αθηνών του Ραφαήλ. (Πηγή:
http://en.wikipedia.org/wiki/The_School_of_Athens) (22/7/15)

Ένας από τους καλύτερους μαθητές του Πλάτωνα, ο οποίος φοίτησε κοντά του στην ακαδημία για είκοσι χρόνια, υπήρξε ο Αριστοτέλης ο Σταγειρίτης. Μάλιστα, ο ίδιος ο Πλάτων είχε από νωρίς αναγνωρίσει την διανοητική του ανωτερότητα χαρακτηρίζοντάς τον ως «νουν της διατριβής» και το σπίτι του «οίκον αναγνώστου». Οι τομείς που ασχολήθηκε ο Αριστοτέλης υπήρξαν η φυσική, η ζωολογία, η βιολογία, η ρητορική, η μουσική, η πολιτική, η

⁵⁷ «εί μὲν δὴ καλὸς ἔστιν ὃδε ὁ κόσμος ὃ τε δημιουργὸς ἀγαθός, δῆλον ὡς πρὸς τὸ αἰδίων ἔβλεπεν: εἰ δὲ ὁ μὴδ' εἰπέιν τινι θέμις, πρὸς γεγονός. παντὶ δὴ σαφὲς ὅτι πρὸς τὸ αἰδίων: ὁ μὲν γὰρ κάλλιστος τῶν γεγονότων, ὁ δ' ἄριστος τῶν αἰτίων. οὕτω δὴ γεγενημένος πρὸς τὸ λόγῳ καὶ φρονήσει περιληπτὸν καὶ κατὰ ταῦτ' ἔχον δεδημιούργηται...»

Πλάτων. Τίμαιος, 29b

λογική και η ηθική και παρότι από τις 150 πραγματείες που του αποδίδονται σώζονται σε εμάς περί τις τριάντα, το έργο του αποτέλεσε ανεξάντλητη πηγή γνώσης και άσκησε τεράστια επιρροή για πολλούς αιώνες μετά τον θάνατό του. Αν και ο Αριστοτέλης μυήθηκε στις ιδέες του πλατωνισμού διαφοροποιήθηκε από αυτές και θεμελίωσε, μέσω της φιλοσοφίας του, τον εμπειρισμό. Αναγνώρισε δηλαδή την υψηλή αξία της παρατήρησης και του πειραματισμού ως μέσου απόκτησης γνώσης, μια ιδέα η οποία θα επηρεάσει και θα αποτελέσει κεντρικό άξονα της σύγχρονης επιστήμης. Όπως φαίνεται από ένα απόσπασμα της πραγματείας του *"Περί ζώων γενέσεως"* για τον τρόπο αναπαραγωγής των μελισσών, γίνεται ξεκάθαρη η έμφαση που δίνει στην παρατήρηση του φαινομένου και ύστερα ακολουθεί η διατύπωση της θεωρίας που αποκτά εγκυρότητα μόνο αν εξηγεί τις παρατηρήσεις:

«Ἐκ μὲν οὖν τοῦ λόγου τὰ περὶ τὴν γένεσιν τῶν μελιτῶν τοῦτον ἔχει φαίνεται τὸν τρόπον καὶ ἐκ τῶν συμβαίνειν δοκούντων περὶ αὐτάς· οὐ μὴν εἴληπται γε τὰ συμβαίνοντα ἰκανῶς, ἀλλ' ἔάν ποτε ληφθῆ τότε τῇ αἰσθήσει μᾶλλον τῶν λόγων πιστευτέον, καὶ τοῖς λόγοις ἔάν ὁμολογούμενα δεικνύωσι τοῖς φαινομένοις.»⁵⁸

Τέλος, η αριστοτελική θεωρία περί της μεταβολής και της λειτουργίας της φύσης είναι τελεολογική, δηλαδή κάθε μεταβολή που συμβαίνει έχει ένα τελικό σκοπό, μια τελική μορφή. Με αυτόν τον τρόπο ο Αριστοτέλης θέτει τα θεμέλια του οργανωμένου και μη τυχαίου κόσμου του, όπου κάθε πράγμα, είτε πρόκειται για φυσική μεταβολή είτε για τεχνητό αντικείμενο, κατανοείται μέσω των αιτιών του⁵⁹.

Αν και η φιλοσοφία υπήρξε ένα από τα κυριότερα αντικείμενα ανάπτυξης στον αρχαίο Ελληνικό κόσμο, δεν πρέπει να παραβλέψουμε και άλλους σημαντικούς τομείς που θεμελιώθηκαν για πρώτη φορά σε ένα πιο "επιστημονικό" επίπεδο. Η ιατρική αποτελεί ένα από αυτούς τους τομείς, που η γενικότερη φιλοσοφική αναζήτηση δεν άφησε ανεπηρέαστο. Η ιπποκρατική ιατρική, λοιπόν, θεωρείτε ως μια τομή ιατρικής και φιλοσοφικής αναζήτησης, με

⁵⁸ Αριστοτέλης. *Περί ζώων γενέσεως*. Βιβλίο 3, κεφάλαιο 10, 760b

⁵⁹ Για μια εκτενέστερη αναφορά στα αριστοτελικά αίτια: ROSS, W. D. 1995. *Aristotle*, London, New York, Routledge, κεφάλαιο 3 (Philosophy of nature), σ. 65

την έννοια ότι συνδυάζει την ιατρική γνώση με ηθικές και δεοντολογικές αρχές όσον αφορά στην άσκησή της. Κατά συνέπεια, στα ιπποκρατικά ιατρικά κείμενα απουσιάζουν τα στοιχεία που έχουν μαγικό ή υπερφυσικό χαρακτήρα και δίνεται έμφαση στην ορθολογική εξήγηση της ασθένειας μέσα από τις θεμελιώδεις αρχές που χαρακτηρίζουν την ιατρική μέθοδο:

- α) την κλινική παρατήρηση
- β) την εμπειρία
- γ) τον ορθολογισμό.

Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει κανείς να υποθέσει ότι αυτή η μορφή ιατρικής επικράτησε ξαφνικά και εκτόπισε όλες τις υπόλοιπες ιατρικές πρακτικές. Απλώς, συνέχισαν να πορεύονται μαζί και κάποιες φορές οι παραδοσιακές ιατρικές πρακτικές ενσωματώθηκαν στην λόγια ιατρική. Μέσα από την εξέλιξη της ιατρικής στους μετέπειτα ελληνιστικούς χρόνους φτάνουμε στο αποκορύφωμά της με τον Γαληνό (129 μ.Χ. – 199 μ.Χ). Έχοντας μνηθεί στα σημαντικά φιλοσοφικά ζητήματα του καιρού του και υπό την ιπποκράτεια επιρροή, συνέταξε εμπειριστατωμένες μελέτες για το σύνολο των ιατρικών θεμάτων καθώς και δημιούργησε δικά του φαρμακοσκευάσματα, τα λεγόμενα «γαληνικά». Ο Γαληνός προσπάθησε να ταξινομήσει τις ασθένειες με βάση τα κοινά τους χαρακτηριστικά και αφιερώθηκε στην αναζήτηση των αιτίων που προκαλούν την εκάστοτε ασθένεια, θεωρώντας ως βασικό γνώμονα για την αναζήτηση των αιτίων αυτών τις γνώσεις ανατομίας και φυσιολογίας.

Άλλες σημαντικές προσωπικότητες των ελληνιστικών χρόνων, που σφράγισαν με την συμβολή τους την επιστήμη, υπήρξαν ο Ευκλείδης (μεγάλος μαθηματικός και γεωμέτρης), ο Αρίσταρχος ο Σάμιος (αστρονόμος που πρώτος διατύπωσε μια ηλιοκεντρική θεωρία), ο Αρχιμήδης (σπουδαίος μαθηματικός και μηχανικός) και άλλοι, που όμως η εκτενής αναφορά τους υπερβαίνει τους σκοπούς αυτής της εργασίας.

2.1.2. Οι ρωμαϊκοί και οι μεσαιωνικοί χρόνοι

Η επιρροή που άσκησε ο αρχαίος ελληνικός πολιτισμός στον ρωμαϊκό πολιτισμό είναι αδιαμφισβήτητη. Σύμφωνα μάλιστα με τον Ρωμαίο ποιητή Οράτιο, παρότι η Ρώμη κατέκτησε στρατιωτικά και πολιτικά την Ελλάδα, εκείνη κατακτήθηκε σε πνευματικό και πολιτιστικό επίπεδο από το ελληνικό πολιτισμό⁶⁰. Η εξάπλωση της ελληνικής γλώσσας και το κύρος που έδινε η γνώση της στην ανώτερη τάξη των Ρωμαίων, έκανε δυνατή την προσέγγιση των “κλασικών” φιλοσόφων, πράγμα που ενισχύθηκε και από την εγκατάσταση Ελλήνων λογίων, ως διδασκάλων, στην περιοχή της Ρώμης. Είναι όμως γεγονός πως η ρωμαϊκή κοινωνία δεν έδειξε το ίδιο ενδιαφέρον για τα θεωρητικά θέματα με τα οποία καταπιάστηκαν οι Έλληνες φιλόσοφοι και κατά συνέπεια η προσέγγιση που προαναφέραμε υπήρξε, αν όχι επιδερμική, αποσπασματική και με λιγότερο ενδιαφέρον στα εκλεπτυσμένα φιλοσοφικά ζητήματα. Ακόμα, η φυσική φιλοσοφία, τα μαθηματικά, η ρητορική και η ιατρική, όλα αντιμετωπίστηκαν με ωφελιμιστικό τρόπο και με γνώμονα την πρακτική χρησιμότητα. Την κατάσταση περιγράφει πολύ γλαφυρά το γεγονός ότι ο Άρατος ο Σολεύς, ο οποίος συνέγραψε ένα ποίημα («Φαινόμενα και Διοσημεία») για την εξύμνηση των αστερισμών και την πρόγνωση του καιρού ενσωματώνοντας στοιχεία μυθοπλασίας μαζί με δεδομένα που άντλησε από επιστημονικές μελέτες περί αστρονομίας, θεωρούνταν αυθεντία, ενώ οι επιστημονικές πραγματείες του Έυδοξου και του Ίππαρχου στον τομέα αυτό, παρέμειναν άγνωστες. Στο πλαίσιο αυτής της λογικής, οι Ρωμαίοι δεν συνεισέφεραν κάτι καινούργιο στον φιλοσοφικό⁶¹ και επιστημονικό κόσμο και όλα τα σημαντικά γραπτά τους αποτελούν είτε σχολιασμό είτε παράγωγα των ελληνικών επιτευγμάτων. Η γνωριμία των λατινόφωνων πολιτών με το αρχαίο ελληνικό πνεύμα έγινε μέσα από την κίνηση των εκλαϊκευτών, δηλαδή μια σειρά λογίων οι οποίοι μέσα από τα γραπτά τους συνέβαλαν στη διαμόρφωση και το περιεχόμενο της λατινικής εκπαίδευσης και παιδείας. Οι σημαντικότεροι είναι ο Ποσειδώνιος (135 π.Χ. - 51 π.Χ.), στωικός που ενδιαφέρθηκε για πληθώρα θεμάτων όπως ιστορία, γεωγραφία, ηθική κλπ, ο Βάρρων (116 π.Χ. - 27 π.Χ.)

⁶⁰ Οράτιος, Επιστολές, II.1.156

⁶¹ Ακόμη και τα δύο κυρίαρχα φιλοσοφικά ρεύματα στη Ρώμη, ο επικουρισμός και ο στοϊκισμός, αναπτύχθηκαν από τους αρχαίους Έλληνες.

σημαντικότερο έργο του οποίου ήταν τα *Εννέα βιβλία των Τεχνών*, μια εγκυκλοπαίδεια που άσκησε μεγάλη επιρροή στους σύγχρονους του και ο Μάρκος Τύλλιος Κικέρων, σημαντικός φιλόσοφος, πολιτικός και ρήτορας, ο οποίος απέκτησε ελληνική παιδεία στην Αθήνα, την Μικρά Ασία και την Ρόδο.

Ο σημαντικότερος όμως εκπρόσωπος αυτής της κίνησης υπήρξε ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος. Με την συγγραφή της περίφημης *Φυσικής Ιστορίας* του, κατάφερε να συλλέξει το μεγαλύτερο μέρος της γνώσης της εποχής του γεμίζοντας 160 τόμους, «μια πραγματική αποθήκη ενδιαφερόντων και διασκεδαστικών πληροφοριών»⁶².

Με την έλευση του 3^{ου} αιώνα μ.Χ η Ρωμαϊκή αυτοκρατορία άρχισε να φθίνει και μαζί της και το εκπαιδευτικό σύστημα. Η θεοκρατική προσέγγιση που αναγεννήθηκε μέσα από τα χριστιανικά ιδεώδη, είχε ως αποτέλεσμα ένα ιδιόμορφο πόλεμο κατά της αρχαίας ελληνικής παιδείας, της οποίας η φιλοσοφία δεν αντιπροσώπευε πια την πηγή της αλήθειας. Με την οριστική διαίρεση της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας σε δυτική και ανατολική, αρχίζει και η παρακμή της φιλοσοφίας και της επιστήμης, τουλάχιστον όπως την γνώρισε ο κόσμος μέχρι τότε. Η ανατολική πλευρά θα συνεχίσει να ηγεμονεύει για αρκετούς αιώνες, άλλα πάντα υπό τη σκιά μιας θρησκευοκρατικής και θεοκρατικής κοσμοθεωρίας η οποία ουδεμία σχέση έχει και δεν αποτελεί συνέχεια του αρχαίου ελληνικού πνεύματος της ελευθερίας, της πολιτικής συμμετοχής, των φιλοσοφικών ερωτημάτων και της πρώτο-επιστημονικής προσέγγισης του κόσμου ⁶³. Βέβαια, οι βυζαντινοί λόγιοι έχοντας το πλεονέκτημα της γλώσσας και της ανάγνωσης πρωτότυπων πηγών, σε σχέση με του Ρωμαίους που ομιλούσαν την λατινική, θα κάνουν κάποιους σημαντικούς σχολιασμούς και υπομνήματα πάνω στα έργα των μεγάλων Ελλήνων φιλοσόφων (κυρίως του Αριστοτέλη και του Πλάτωνα) σε μια προσπάθεια όμως για συνταίριασμα με τη θεολογική τους πίστη, πράγμα που απλά δηλώνει την λιγότερο απότομη παρακμή σε σχέση με την δυτική πλευρά της ρωμαϊκής

⁶² LINDBERG, D. C. 1997. *Οι Απαρχές της Δυτικής Επιστήμης*, μτφ. Μαρκολέφας, Η., Αθήνα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π. σ. 202

⁶³ Σε ένα άρθρο του στην Ελευθεροτυπία (2007) ο Γιώργος Οικομόνου, διδάκτωρ φιλοσοφίας, εξηγεί με περισσότερες λεπτομέρειες το γιατί η θεωρία περί συνέχειας του ελληνικού πολιτισμού στο βυζάντιο αποτελεί νεοελληνικό ιδεολογικό κατασκευάσμα χωρίς λογική. Πηγή: <http://oikonomouyorgos.blogspot.gr/2009/01/to-x.html> (13/1/15)

αυτοκρατορίας. Από την άλλη, υπήρξε η διάδοση των ελληνικών έργων στον αραβικό κόσμο η οποία ξεκίνησε κατά τον 8^ο αιώνα μ.Χ. Η βιβλιοθήκη και οίκος μετάφρασης Μπαγίτ αλ-Χίκμα (οίκος της σοφίας), χτίστηκε από τον *Αλ-Μαμούν* (κυβέρνησε από το 813-833 μ.Χ.) και είχε καθοριστικό ρόλο στο μεταφραστικό κίνημα της εποχής το οποίο και τότε έφτασε στο αποκορύφωμά του. Στην περίοδο της βασιλείας Αλ-Μαμούν ο οίκος της σοφίας αποτέλεσε, εκτός από μεταφραστικό κέντρο, ένα ίδρυμα σπουδών σε τομείς όπως τα μαθηματικά, η αστρονομία, η ιατρική, η ζωολογία, η γεωγραφία καθώς και η φιλοσοφία. Έχοντας στη διάθεση τους τα κείμενα των σημαντικών Ελλήνων φιλοσόφων και μαθηματικών, οι λόγιοι συσσώρευσαν αυτή την γνώση και την αξιοποίησαν κάνοντας δικές τους ανακαλύψεις. Στους λογίους του Οίκου της Σοφίας συγκαταλέγεται και ο Αλ Χουαρίζμι, γνωστός ως “ο πατέρας της άλγεβρας”. Δεν είναι τυχαίο ότι η Βαγδάτη εκείνη την εποχή αποτελούσε το σημαντικότερο εμπορικό και πολιτιστικό κέντρο. Μέχρι και το 1000 μ.Χ., μέσω του μεταφραστικού κινήματος, το μεγαλύτερο μέρος των ελληνικών έργων της φιλοσοφίας, της ιατρικής και των μαθηματικών υπήρχαν στην αραβική γλώσσα, γνώση η οποία συνέβαλε στις σημαντικές ανακαλύψεις των Αράβων στην αστρονομία, τα μαθηματικά και την ιατρική⁶⁴.

Η αυγή της νέας χιλιετηρίδας έφερε για την δυτική Ευρώπη τις κατάλληλες συνθήκες για μια πολιτική, οικονομική και κοινωνική ανανέωση. Οι μεταφράσεις έργων από τα ελληνικά πύκνωσαν κατά την διάρκεια του 12^{ου} αιώνα με κέντρο δραστηριότητας την Ιταλία, η οποία είχε άμεση σχέση με τις ελληνόφωνες κοινότητες και οι βιβλιοθήκες της περιείχαν ελληνικά βιβλία. Κατά συνέπεια, πραγματοποιείται μια νέα ανάγνωση σημαντικών φιλοσοφικών και επιστημονικών έργων, ελληνικής και αραβικής προέλευσης, που είχαν χαθεί από το προσκήνιο, συμβάλλοντας στην εκπαιδευτική επανάσταση μέσω της ανάπτυξης των πανεπιστημίων. Μέσα από μεγάλες διαμάχες μεταξύ θεολογίας και φυσικής φιλοσοφίας θα ανοίξει ο δρόμος για το μεγάλο ρεύμα της Αναγέννησης, σε όλους τους τομείς, που θα οδηγήσει τον κόσμο στην επιστημονική επανάσταση του 17^{ου} αιώνα.

⁶⁴ Ένα χρήσιμο άρθρο του καθηγητή Μιχάλη Αναστασιάδη σχετικά με την συμβολή των Αράβων στην επιστήμη: http://kosmologia.gr/philosophy_history/ARABES_2.htm (14/1/15)

2.1.3. Η Αναγέννηση και η επιστημονική επανάσταση

Η Αναγέννηση αποτέλεσε, σε μεγάλο βαθμό, την διαδικασία ανάκτησης της χαμένης κληρονομιάς από τον αρχαίο κόσμο. Όμως η ανακάλυψη και μετάφραση από τα ελληνικά των γραπτών που αποδίδονταν στον Ερμή τον Τρισμέγιστο⁶⁵, θα δώσουν την ώθηση για μια νέα οπτική. Αυτή, θέλει τον άνθρωπο να είναι όχι απλά ένα ζώο της φύσης εφοδιασμένο με λογική, αλλά να είναι κι αυτός δημιουργός όπως και ο θεός που τον έπλασε. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, η κατανόηση και τιθάσευση των μυστικών της φύσης αποτελούσε κεντρικό ζήτημα, γεγονός που έδωσε ιδιαίτερη βαρύτητα στην ανάπτυξη της επιστήμης, της τεχνολογίας και της αλχημείας. Ο Νικόλαος Κοπέρνικος (1473 – 1543 μ.Χ.) δημοσιεύοντας το έργο του «*Έξι Βιβλία για τις Περιστροφές των Ουρανίων Σφαιρών*» σηματοδότησε την αρχή μιας μεγάλης επανάστασης στην επιστήμη και στη σκέψη, η οποία θα άλλαζε την κοσμοθεωρία και τη ζωή των ανθρώπων για πάντα. Ο Κοπέρνικος, έβγαλε την γη από το κέντρο του σύμπαντος και τοποθέτησε τον ήλιο, όχι όμως με φιλοσοφικά κριτήρια αλλά με γνώμονα την παρατήρηση και τη μαθηματική θεμελίωση. Ο Tycho Brahe, Δανός αστρονόμος και μεταγενέστερος του Κοπέρνικου, μέτρησε τις κινήσεις των πλανητών με την μεγαλύτερη ακρίβεια έως τότε. Όμως, οι μεγάλες αστρονομικές ανακαλύψεις ήρθαν με τον Γαλιλαίο και την εφεύρεση του τηλεσκοπίου. Ο Γαλιλαίος “είδε” τους κρατήρες και τα όρη της σελήνης, τους δορυφόρους του Δία και τις ωχρές κηλίδες στην επιφάνεια του Ηλίου. Ενώ ο Γαλιλαίος είχε στραφεί προς του ουρανούς, ένας άλλος μεγάλος αστρονόμος ο Johannes Kepler, μέσω της νοητικής και μαθηματικής επεξεργασίας και βασισμένος στις ακριβείς μετρήσεις του Brahe ανακάλυψε ότι οι πλανήτες δεν κινούνται σε κυκλικές αλλά σε ελλειπτικές τροχιές. Σε αυτό το επιστημονικό σκηνικό, η Αριστοτελική φυσική φιλοσοφία οδηγείται προς το τέλος της αλλά ακόμα δεν έχει εμφανιστεί ο άξιος αντικαταστάτης της. Ερωτήματα όπως «εφόσον η γη περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της, γιατί τα αντικείμενα δεν φαίνονται να πετάνε;» ή

⁶⁵ Τα ερμητικά γραπτά, γνωστά και ως Hermetica, μεταφράστηκαν από τον *Marsilio Ficino* και κρατούνταν κρυφά από τους αλχημιστές. Νέες θεωρίες δείχνουν ότι επηρέασαν την εξέλιξη της Αναγέννησης. Πηγή: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/263243/Hermetic-writings#ref1198> (14/1/15)

«γιατί τα αντικείμενα όταν πέφτουν δεν παρατηρούμε μετατόπιση προς τη δύση αφού η γη περιστρέφεται προς την ανατολή;» και επίσης «ποιες είναι οι δυνάμεις που δίνουν στους πλανήτες τις τροχιές τους μέσα στο κενό;».

Αυτός που θα έδινε τις απαντήσεις σε αυτά και ερωτήματα και έτσι θα θεμελιώνει μια νέα μηχανική θεωρία αλλά και το κοπερνίκαιο σύστημα ήταν ο Ισαάκ Νεύτωνας. Στον πρόλογο του μνημειώδους έργου του "*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*" αναφέρει πως «μέσα από την μελέτη των φαινομένων της κίνησης κατανοούμε τις δυνάμεις της φύσης και ύστερα με βάση αυτές τις δυνάμεις αποδεικνύουμε και τα υπόλοιπα φαινόμενα»⁶⁶. Μέσω αυτής της λογικής, ο Νεύτων ανακάλυψε την δύναμη της βαρύτητας και της παγκόσμιας έλξης και ανέπτυξε το μαθηματικό εργαλείο για την θεμελίωση της θεωρίας του, τον απειροστικό λογισμό. Με αποκορύφωση το έργο του Νεύτωνα η επιστημονική επανάσταση είχε ήδη πραγματοποιηθεί αν και θα ακολουθήσουν σημαντικές και ριζοσπαστικές επιστημονικές ανακαλύψεις. Σπουδαίοι μαθηματικοί όπως ο Leonhard Euler, ο Joseph-Louis Lagrange και ο Jean Le Rond d'Alembert συνέβαλαν τα μέγιστα στην μαθηματικοποίηση των επιστημών και της μηχανικής, προσέφεραν δηλαδή τα απαραίτητα εργαλεία για την επίλυση περίπλοκων προβλημάτων αλλά και για την αξιωματική θεμελίωση της μηχανικής πάνω σε μαθηματικές αρχές. Η μελέτη των φαινομένων για να κατανοηθούν οι δυνάμεις της φύσης, υιοθετήθηκε και για την εξήγηση άλλων "αόρατων" φαινομένων όπως αυτά του ηλεκτρισμού, του μαγνητισμού και της θερμότητας. Ο Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) κατάφερε να μετρήσει τις ηλεκτρικές και μαγνητικές δυνάμεις μέσω του στροφικού εκκρεμούς, μια δική του επινόηση, και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι αυτές οι δυνάμεις υπάγονται στο γενικότερο πλαίσιο της Νευτώνειας μηχανικής.

Τέλος, η σύγχρονη επιστήμη θα συνδεθεί με την βιομηχανική επανάσταση του 18^{ου} και 19^{ου} αιώνα. Ένα από τα κεντρικά σημεία που έδωσαν ώθηση στην ανάπτυξή της ήταν το να αυξήσει την απόδοση της βιομηχανικής παραγωγής. Αυτό είχε ως συνέπεια η επιστήμη να γίνεται αποδεκτή από μεγαλύτερες μερίδες του πληθυσμού, γεγονός που αναμφισβήτητα οδήγησε στην πληρέστερη άνθισή της. Η πρώτη σύγχρονη επιστημονική σχολή, η École Polytechnique, ιδρύθηκε στο Παρίσι το 1794 με σκοπό την αξιοποίηση της

⁶⁶ Newton, I., 1686. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, Cambridge. Εισαγωγή.

επιστημονικής έρευνας για τις ανάγκες της Γαλλίας. Από αυτό το ίδρυμα βγήκαν πολλοί επιστήμονες και μηχανικοί, όπως ο Gaspard-Gustave de Coriolis, γνωστός για την ανακάλυψη της ομώνυμης δύναμης σε στρεφόμενα συστήματα, που με το έργο του ανέπτυξε την θεωρητική μηχανική θεωρώντας την ως εργαλείο που θα διευκόλυνε τη δουλειά των μηχανικών και των τεχνιτών. Μέσα στον 19^ο αιώνα η επιστημονική ανάπτυξη είχε αγγίξει όλους τους τομείς που υστερούσαν σε σχέση με τα μαθηματικά και την φυσική. Η Χημεία, η Βιολογία και άλλοι επιστημονικοί κλάδοι θεμελιώθηκαν μέσα από τα έργα του Δαρβίνου, του Τζον Ντάλτον και άλλων σπουδαίων επιστημόνων οδηγώντας την ανθρωπότητα στην σύγχρονη εποχή και τον 20^ο αιώνα.

2.2. Η Επιστημονική γνώση και η θεωρία της

Μια σημαντική πτυχή της επιστημονικής διαδικασίας αποτελεί η «γνώση» η οποία προκύπτει μέσα από αυτήν. Το φιλοσοφικό ερώτημα περί γνώσης, δηλαδή η μελέτη της φύσης, της καταγωγής και των ορίων της, στον ανθρώπινο νου, αποτελεί θεμελιώδη κλάδο της φιλοσοφίας γνωστό ως γνωσιολογία και η απαρχή της τοποθετείται στην αρχαία Ελλάδα. Σε αυτό το κεφάλαιο θα περιοριστούμε στην ανάλυση της *επιστημονικής γνώσης* και θα διερευνήσουμε τα χαρακτηριστικά της. Αυτό δεν σημαίνει κατ' ανάγκη ότι η επιστημονική πρακτική είναι ο μοναδικός τρόπος απόκτησης γνώσης για τα πράγματα και είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο ότι η τεχνολογία αποτελεί επίσης ένα τρόπο απόκτησης γνώσης. Όμως, η αέναη προσπάθεια του ανθρώπου να ανακαλύψει την αλήθεια, να εξηγήσει τη φύση και τις αρχές λειτουργίας της αλλά και να κατανοήσει την ύπαρξή του μέσα σε αυτό τον κόσμο, οδήγησε την επιστημονική πρακτική σε μια δεσπόζουσα θέση, σχετικά με την εγκυρότητα της γνώσης που παράγει. Δεν είναι τυχαίο ότι όλοι οι επιστημονικοί κλάδοι προσπαθούν να θεμελιώσουν την γνώση τους πάνω σε «επιστημονικά αποδεδειγμένες θεωρίες».

Ποια είναι, λοιπόν, τα χαρακτηριστικά εκείνα της αποκτούμενης γνώσης που την χαρακτηρίζουν ως επιστημονική; Πως οργανώνεται αυτή η γνώση και με πια μέθοδο μπορεί να αποκτηθεί; Με ποιους τρόπους μπορεί να ελεγχθεί η εγκυρότητά της;

2.2.1. Τα θεμέλια της επιστημονικής γνώσης

Ένα καλό σημείο για να αρχίσει κανείς την αναζήτηση είναι το να εξετάσει την προέλευση της γνώσης που αποκτάται. Οι δύο κύριες σχολές σκέψης που αναζήτησαν την λύση αυτού του προβλήματος είναι ο *ορθολογισμός* και ο *εμπειρισμός*. Σύμφωνα με τους ορθολογιστές, η έσχατη πηγή ανθρώπινης γνώσης αποτελεί ο λόγος (reason), δηλαδή η δυνατότητα του ανθρώπινου νου να εξάγει λογικά συμπεράσματα. Από αυτή την σκοπιά οι αισθήσεις αποτελούν πηγή λαθών και παραμορφώσεων, γεγονός που μας απομακρύνει από την προσέγγιση της αλήθειας. Από την άλλη, οι εμπειριστές υποστήριξαν πως οι αισθήσεις αποτελούν την οδό μέσω της οποίας μπορούμε να φτάσουμε στην γνώση αν και κανείς από τους σημαντικούς φιλόσοφους δεν υιοθέτησε με απόλυτο τρόπο μια τέτοια θεωρία. Ακόμα και ο John Locke (1632–1704), που θεωρείται ο πατέρας του σύγχρονου εμπειρισμού, αποδέχθηκε την ύπαρξη κάποιας μορφής γνώσης που δεν προέρχεται από τις αισθήσεις αλλά η οποία είναι κενή περιεχομένου. Συνεπώς, ο εμπειρισμός αποδέχεται την ύπαρξη κάποιας *a priori* γνώσης αλλά δεν την θεωρεί σημαντική. Οι προϋποθέσεις για την αξιοποίηση των αισθήσεων ως πηγή γνώσης τέθηκαν με την αμφισβήτηση της αριστοτελικής τελεολογίας, δηλαδή της αιτιακής εξήγησης των φαινομένων. Κατά την διάρκεια του 17^{ου} αιώνα καρποφόρησε η ιδέα ότι η φύση λειτουργεί ως μια καλοκουρδισμένη μηχανή και με αυτόν τον τρόπο πρέπει να την προσεγγίσουμε. Έτσι, μέσω του διπλού παρατήρηση – πείραμα, επιχειρήθηκε μια εξήγηση της φύσης με μηχανιστικούς όρους. Οι αριστοτελικές θεωρίες περί «ουσιωδών μορφών» γελοιοποιήθηκαν από τους μηχανιστικούς φιλοσόφους. «Για τον Francis Bacon (1561–1626), οι αριστοτελικές μορφές ήταν «πλάσματα του νου» και ο Μπούλ (1627–1691) θεώρησε ανόητη την πίστη ότι οι μορφές είναι άυλες και (άρα) ανήκουν στα υλικά σώματα.[...] Ο Λοκ συμφώνησε ότι ουδείς μπορούσε να διαμορφώσει σαφή ιδέα των άυλων ουσιωδών μορφών λέγοντας χαρακτηριστικά «Όταν μου λένε ότι στην ουσία ενός πράγματος υπάρχει κάτι πέρα από την μορφή, το μέγεθος και τη θέση των υλικών του μερών, κάτι που ονομάζεται ουσιώδης μορφή, ομολογώ ότι δεν έχω καμία

απολύτως ιδέα περί αυτού»⁶⁷. Από την άλλη πλευρά, η ιδέα ότι στερούμαστε οποιαδήποτε μορφή γνώσης αποδίδεται στο ρεύμα του σκεπτικισμού. Οι σκεπτικιστές βασίζουν αυτήν την πεποίθηση στην έλλειψη απόλυτης βεβαιότητας για τη γνώση κάποιου πράγματος. Πάνω σε αυτή την λογική, διερωτώνται για τα θεμέλια κάθε γνώσης και το τι αυτά τεκμηριώνουν.

Σε συνδυασμό με τα παραπάνω ερωτήματα έρχονται να προστεθούν και εκείνα σχετικά με το: ποια είναι η φύση του κόσμου, ποια πράγματα από αυτά που βρίσκονται μέσα του πραγματικά υπάρχουν; Ο επιστημονικός ρεαλισμός υποστηρίζει ότι η ύπαρξη και η φύση των πραγμάτων, που είναι γνωστά μέσω των αισθήσεων ή της νόησης, είναι πραγματική. Λόγου χάρη, στην φυσική, η ύπαρξη των ηλεκτρονίων και οι δυνάμεις των ηλεκτρικών πεδίων υπάρχουν καθώς και το ίδιο πραγματικές είναι και οι καταστάσεις του πόνου και των άλλων ψυχικών διαθέσεων στον τομέα της ψυχολογίας⁶⁸. Δύο σημαντικοί φιλόσοφοι της επιστήμης, ο Karl Popper (1902–1994) και ο Rudolf Carnap (1891–1970), έθεσαν τα θεμέλια για την σύγχρονη συζήτηση σχετικά με την φύση της επιστήμης. Θεωρώντας τις φυσικές επιστήμες, ιδιαιτέρως την φυσική, ως ένα υπόδειγμα ανθρώπινης ορθολογικότητας προσπάθησαν να ανακαλύψουν τα κριτήρια εκείνα που διακρίνουν την επιστημονική γνώση από την εικασία και την ανοησία. Η διαφορά στην προσέγγιση τους εντοπίζεται στο ότι ο Popper πίστευε ότι η «μελέτη των νοημάτων δεν έχει σχέση με την κατανόηση την επιστήμης»⁶⁹. Σε αντίθεση με τον Carnap για τον οποίο για να έχει νόημα μια πρόταση πρέπει να μπορεί να επαληθευτεί, ο Popper αντιτίθεται στην επαλήθευση με την εξήγηση ότι μια καλή επιστημονική θεωρία δεν μπορεί να επαληθευτεί λόγω της ευρύτητας του πεδίου της. Αντιθέτως όμως, μπορεί να διαψευσθεί και άρα να αποδειχθεί λανθασμένη. Δηλαδή για τον Popper, για να είναι μια θεωρία επιστημονική πρέπει να μπορεί να διαψευσθεί. Κοντολογίς, ο Carnap υιοθετεί την επαλήθευση ως μια διαδικασία που αρχίζει από κάτω προς τα πάνω, ως συνάθροιση παρατηρήσεων προς αυτή την κατεύθυνση ενώ

⁶⁷ SHAPIN, S. 2003. *Η Επιστημονική Επανάσταση*, μτφ. Καρκάνης, Η., Κάτροπτρο, Αθήνα. σ. 81

⁶⁸ DANCY, J., SOSA, E. & STEUP, M. 2010. *A companion to epistemology*, Chichester, West Sussex, U.K. ; Malden, MA, Wiley-Blackwell.

⁶⁹ Hacking, I. 2002. Αναπαριστώντας Παρεμβαίνοντας, Εισαγωγικά θέματα στην φιλοσοφία της φυσικής επιστήμης, μτφ. Τσιαντούλας, Τ., Αθήνα. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π. σ. 31

αντίθετα ο Popper υποστηρίζει την διάψευση ως μια διαδικασία που ξεκινάει από τα πάνω προς τα κάτω, μέσω της οποίας θα ελεγχθεί η εγκυρότητα της αρχικής υπόθεσης. Γυρνώντας, λοιπόν, στο επίμαχο θέμα της επιστημονικής γνώσης θα μπορούσαμε να πούμε ότι μέσω της επιστημονικής έρευνας προκύπτει ένα πλέγμα από αξιώματα ή αλλιώς επιστημονικές δηλώσεις (statements) οι οποίες πρέπει να κατηγοριοποιηθούν και να ταξινομηθούν. Ένας συνήθης διαχωρισμός τους είναι στα *εμπειρικά αξιώματα* και στα *θεωρητικά αξιώματα*, διαχωρισμός ο οποίος καταδεικνύει την διττή φύση της επιστημονικής έρευνας, δηλαδή το δίπολο πείραμα-παρατήρηση (εμπειρικό μέρος) και θεωρία-γενίκευση (θεωρητική πλευρά).

Η διασφάλιση της εγκυρότητας της παραγόμενης γνώσης είναι απόρροια της επιστημονικής *μεθόδου*. Για να χαρακτηριστεί η υπόθεση μια έρευνας «επιστημονική» πρέπει η μεθοδολογία της να συμφωνεί με τις παρακάτω αρχές:

- ◇ Να είναι δυνατόν να *ελεγχθεί* εμπειρικά. Δηλαδή, να μπορεί κανείς μέσω παρατηρήσεων και συλλογής δεδομένων να υποστηρίξει ή να διαψεύσει την θεωρία.
- ◇ Να μπορεί (η αρχική έρευνα) να *αναπαραχθεί* ξανά και με συνέπεια. Αυτό είναι απόλυτα λογικό καθώς αν υποθέσουμε ότι ένα αποτέλεσμα προκύπτει άπαξ τότε αυτό μπορεί να οφείλεται στην τύχη.
- ◇ Να υπάρχει *αντικειμενικότητα* στην εκτέλεση της έρευνας. Αυτό σημαίνει πως οποιοσδήποτε ερευνητής να μπορεί να διεξάγει την ίδια μελέτη χωρίς, από την αλλαγή προσώπου, να επηρεάζεται το αποτέλεσμα. Συνέπεια αυτού είναι ότι η αρχική έρευνα θα πρέπει να περιγράφεται με σαφήνεια και αντικειμενικότητα όσον αφορά στις υποθέσεις και στις διαδικασίες της.
- ◇ Να υπάρχει *διαύγεια* στις διαδικασίες. Το στοιχείο αυτό συνδέεται με την ύπαρξη αντικειμενικότητας αλλά τονίζει το γεγονός ότι όσο χρήσιμο είναι να μπορεί να επαναλάβει την έρευνα ένας υποστηρικτής άλλο τόσο είναι να την επαναλάβει και ένας επικριτής της. Συνεπώς, χρειάζεται η έρευνα να ανακοινώνεται δημόσια, με τις όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για μια πανομοιότυπη εκτέλεσή της από κάθε άλλο ερευνητή.

- ◇ Να μπορεί να διαψευσθεί με κάποια στοιχεία. Αυτή είναι μια σημαντική αρχή η οποία διαχωρίζει την επιστημονική αλήθεια από τις μεταφυσικές δοξασίες, όπως για παράδειγμα η πίστη στην ύπαρξη του θεού από τις θρησκευόμενες μάζες.
- ◇ Να υπάρχει εσωτερική λογική συνοχή. Αυτό σημαίνει πως η υπόθεσή μας πρέπει να στηρίζεται από επιχειρήματα και παρατηρήσεις που δεν έρχονται με αντίφαση μεταξύ τους.

Με βάση τα παραπάνω, ένα άλλο ερώτημα που προκύπτει είναι το εάν η γνώση που αποκτούμε μέσω της επιστήμης έχει αθροιστική φύση ή όχι. Ο Popper και ο Carnap συμφωνούν σε αυτό το κομμάτι, θεωρούν δηλαδή ότι μια νέα επιστημονική θεωρία θα «αξιοποιήσει» την προηγούμενη γνώση και φυσικά θα την επεκτείνει για να προκύψει μια καλύτερη εξήγηση του κόσμου. Εδώ έρχεται να ταραξεί να νερά το επιδραστικό έργο του Thomas Kuhn ο οποίος μόλις στον πρόλογο του έργου του, *The Structure of scientific revolutions*, αναφέρει πως «αν δούμε την ιστορία ως κάτι περισσότερο από μια αποθήκη ανεκδοτολογικών και χρονολογικών στοιχείων, θα ήταν δυνατό να επιτευχθεί ένας αποφασιστικός μετασχηματισμός στην εικόνα της επιστήμης, όπως μας διακατέχει σήμερα»⁷⁰. Ενώ λοιπόν ο Popper και ο Carnap χρησιμοποιούν την ιστορία με αυτό τον τρόπο, ως δηλαδή μέσο για χρονολόγηση και άντληση ανεκδοτολογικών στοιχείων, ο Kuhn προτείνει ότι οι ιστορικές συνθήκες μιας ανακάλυψης, οι ψυχολογικοί παράγοντες, οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις και τα οικονομικά στοιχεία αποτελούν εξίσου σημαντικούς παράγοντες με αυτούς της ορθολογικότητας, της μεθοδολογίας και της αιτιολόγησης. Η κεντρική του ιδέα συνίσταται στο ότι κάθε επιστημονική θεωρία εμπεριέχει μέσα της το σπόρο για την καταστροφή της. Έτσι, όταν μια κανονική επιστήμη (normal science), δηλαδή ένα καθιερωμένο σύστημα γνώσης και υποθέσεων, αρχίζει να κλονίζεται προκύπτουν νέες ιδέες που καταλαμβάνουν την θέση της. Μέσα από μια σειρά διαδικασιών (επιστήμονες που εργάζονται πάνω στα προβληματικά σημεία μια θεωρίας, δημιουργία νέων υποθέσεων κλπ) η νέα κανονική επιστήμη προκύπτει

⁷⁰ KUHN, T. S. 1970. *The structure of scientific revolutions*, Chicago, University of Chicago Press.

και παραγκωνίζει την παλιά. Αυτό το συμβάν χαρακτηρίζεται από τον Kuhn ως «επανάσταση». Σημασία έχει επίσης πως η νέα κανονική επιστήμη που εγκαθιδρύεται, και παρότι γεννιέται καταδικασμένη να διαψευσθεί, μπορεί να προκαλέσει έναν καθολικό μετασχηματισμό στην συνολική εικόνα καθώς και να εκφραστεί με μια πολύ διαφορετική γλώσσα από την προηγούμενη κανονική επιστήμη⁷¹. Υπό αυτό το πρίσμα, η κάθε «κανονική επιστήμη» μπορεί να παράγει γνώση με αθροιστικό τρόπο η οποία γνώση όμως μετά από την επανάσταση και την εγκαθίδρυση της νέας «κανονικής επιστήμης» μπορεί να ξεπεραστεί και να ξεχαστεί, έχοντας ενδιαφέρον μόνο για τον ιστορικό της επιστήμης. Συνεπώς, η επιστήμη συνολικά δεν μπορεί να λειτουργεί, στο σύνολό της, με αθροιστικό τρόπο.

Η παρατήρηση κατέχει μια εξέχουσα θέση στην σύγχρονη επιστημονική διαδικασία, αποτελεί ένα ακρογωνιαίο λίθο. Σαφώς, οι σύγχρονοι επιστήμονες δεν είναι ούτε οι πρώτοι ούτε οι μοναδικοί που έκαναν παρατηρήσεις, άλλα μόνο στην σύγχρονη επιστημονική σκοπιά η παρατήρηση έγινε με συστηματικό και αναλυτικό τρόπο, πολλές φορές μάλιστα σε ελεγχόμενο περιβάλλον. Ο Γαλιλαίος θεωρείται ο πατέρας της σύγχρονης επιστήμης ακριβώς επειδή κατάφερε να αποσυνδέσει, στο βαθμό που επέτρεπε η εποχή του, την επιστημονική αναζήτηση της αλήθειας από φιλοσοφικές, ηθικές και μεταφυσικές θεωρήσεις. Μέσα από την συστηματική παρατήρηση του πλανήτη «Αφροδίτη» διαπίστωσε πως ο μόνος τρόπος για να δικαιολογηθούν οι παρατηρήσεις του ήταν οι πλανήτες να περιφέρονται γύρω από τον ήλιο. Με αυτή την διαπίστωση υποστήριξε το μοντέλο του Κοπέρνικου, το οποίο όμως είχε αναπτυχθεί έτσι θεωρητικά, για να μπορεί να εξηγεί τις μέχρι τότε παρατηρήσεις κι όχι επειδή αυτή ήταν η πραγματικότητα. Από την άλλη, η παρατήρηση από μόνη της δεν αποτελεί μια ολοκληρωμένη μορφή γνώσης

⁷¹ Ας σκεφτούμε ως παράδειγμα την μέτρηση των ατομικών βαρών των χημικών στοιχείων από τους χημικούς του 19^{ου} αιώνα. Παρότι κατέβαλαν μεγάλη προσπάθεια για να μετρήσουν κάθε στοιχείο με ακρίβεια τριών δεκαδικών στοιχείων, μια επανάσταση στην φυσική γύρω στο 1920 έδειξε πως τα στοιχεία υπάρχουν στη φύση με μορφή μείγματος μεταξύ ισοτόπων. Αυτό έμελλε να αλλάξει άρδην τον προσανατολισμό της έρευνας και να καταστήσει τις προηγούμενες μετρήσεις (σε επιστημονικό και όχι σε πρακτικό επίπεδο) άνευ ενδιαφέροντος.

Hacking, I. 2002. Αναπαριστώντας Παρεμβαίνοντας, Εισαγωγικά θέματα στην φιλοσοφία της φυσικής επιστήμης, μτφ. Τσιαντούλας Τ., Αθήνα. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π. σ. 38

καθώς δεν εξηγεί και πολλά πράγματα. Μας δίνει ένα έναυσμα να κοιτάξουμε μέσα από μια χαραμάδα τον κόσμο αλλά δεν λέει τίποτα σχετικά με την εξήγηση των φαινομένων ή τις σχέσεις τους. Εδώ, χρειάζεται να υιοθετήσουμε κάποιες επιπλέον κανονιστικές αρχές⁷² (regulative principles) όπως είναι η επιστημονική υπόθεση, ο νόμος (law) και η επιστημονική θεωρία (scientific theory). Αναλυτικότερα, η υπόθεση διατυπώνεται με σκοπό να εξηγήσει σχέσεις και σχήματα (patterns) μεταξύ των φαινομένων ή μεταξύ των ιδιοτήτων τους. Η παρατήρηση έχει ως στόχο να επικυρώσει ή να διαψεύσει την υπάρχουσα υπόθεση. Ένας ιδιαίτερος τύπος τέτοιας επιστημονικής υπόθεσης αποτελεί ο νόμος, ο οποίος περιγράφεται με μαθηματική ακρίβεια και έχει ελεγχθεί σε εξονυχιστικό βαθμό μέσω των παρατηρήσεων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι νόμοι του Νεύτωνα για την κίνηση οι οποίοι προβλέπουν με μεγάλη ακρίβεια την κίνηση των σωμάτων στον μακρόκοσμο. Τέλος, η θεωρία αποτελεί ένα σύνολο νόμων και υποθέσεων που εξηγούν με τεκμηριωμένο τρόπο τις σχέσεις ενός μεγάλου εύρους φαινομένων, όπως για παράδειγμα η θεωρία πεδίων στη φυσική ή η θεωρία της εξέλιξης των ειδών στην Βιολογία. Θα μπορούσαμε να συμπληρώσουμε πως μια θεωρία είναι το πλησιέστερο σύστημα γνώσης που διαθέτουμε προς στην πραγματικότητα. Αυτό βεβαίως δεν σημαίνει πως μια θεωρία δεν είναι δυνατόν να διαψευσθεί, αλλά αντιθέτως αποτελεί την καλύτερη εξήγηση που διαθέτουμε την δεδομένη στιγμή για τα πράγματα. Πολύ συχνά οι θεωρίες αναπαρίστανται με επιστημονικά μοντέλα, δηλαδή πρότυπα τα οποία ενσωματώνουν όλες τις επιθυμητές ιδιότητες καθώς και τις αλληλεπιδράσεις τους. Με αυτή την λογική μπορεί κανείς να κατασκευάσει μοντέλα για την ίδια την επιστήμη ως σύνολο, πράγμα που πραγματοποιεί ο Michael Callon σε ένα εκτενές άρθρο του⁷³. Η κυρίαρχη ιδέα του κάθε μοντέλου

⁷² ZIMAN, J. M. 2000. *Real science : what it is, and what it means*, Cambridge ; New York, Cambridge University Press.

Στο κεφάλαιο 4 σχετικά με τους τρόπους παραγωγής γνώσης ο Ziman συνδέει τις κανονιστικές αρχές της επιστήμης με τη φιλοσοφία του Popper και υποστηρίζει ότι αυτές αποτελούν την παρατήρηση, το πείραμα, την ανακάλυψη, την αντικειμενικότητα, την υπόθεση και ούτω καθεξής.

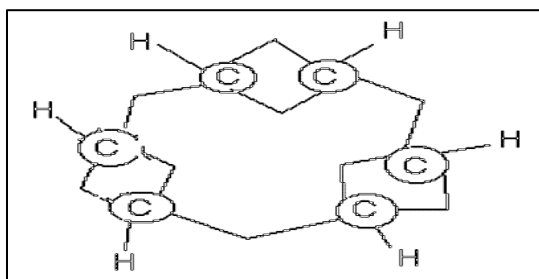
⁷³ CALLON, M. 2001. "Four Models for the Dynamics of Science" στο: JASANOFF, S. & SOCIETY FOR SOCIAL STUDIES OF SCIENCE. 2001. *Handbook of science and technology studies*, Thousand Oaks, Calif. London, Sage.

είναι διαφορετική, το πρώτο εξετάζει την ορθολογικότητα της επιστημονικής γνώσης καθώς και τα χαρακτηριστικά της, το δεύτερο δίνει έμφαση στον συναγωνισμό που υπάρχει σε όσους ασκούν την επιστήμη και αναλύει τις οργανωτικές της δομές και το τρίτο μοντέλο λαμβάνει υπόψη κοινωνικά και πολιτισμικά στοιχεία. Αυτές οι πλευρές της επιστήμης θα μας απασχολήσουν και στα επόμενα εδάφια σχετικά με την επιστημονική ανακάλυψη αλλά και για το πως λειτουργεί ο επιστήμονας ως άνθρωπος μέσα στην επιστημονική κοινότητα.

2.2.2. Η επιστημονική ανακάλυψη

Μία άλλη σημαντική πλευρά της επιστημονικής διεργασίας, που σε γενικές γραμμές διαχωρίζεται από τους φιλοσόφους από την θεωρία και την μεθοδολογία, είναι η επιστημονική ανακάλυψη. Αυτό δεν συνέβαινε πάντα. Σε παλαιότερες φιλοσοφικές θεωρήσεις η μεθοδολογία ήταν το επίμαχο σημείο μιας ιδανικής θεωρίας της επιστήμης, με την έννοια ότι ο δρόμος από την άγνοια προς τη γνώση κάποιου πράγματος θα μπορούσε να επιτευχθεί ακολουθώντας της κατάλληλες «οδηγίες». Αυτό μπορούμε να το διακρίνουμε σε ένα βαθμό στα έργα του Descartes και του Bacon αλλά μετά τα μέσα του 20^{ου} αιώνα η φιλοσοφική κοινότητα θεώρησε ότι αυτό δεν ήταν δυνατό να επιτευχθεί διαχωρίζοντας οπότε το πλαίσιο της παρατήρησης και της ανακάλυψης από εκείνο της υπόθεσης και της δικαιολόγησής της. Πάντως, λόγω της πολύπλευρης φύσης της, η ιδέα της ανακάλυψης προκάλεσε φιλοσοφικές συζητήσεις που θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν δαιδαλώδεις. Για παράδειγμα, η ανακάλυψη μπορεί να αναφέρεται και στην επιτυχή έκβαση μιας επιστημονικής έρευνας αλλά και στην ίδια την ερευνητική διαδικασία. Ανακάλυψη μπορεί να θεωρηθεί και η διατύπωση μιας νέας υπόθεσης η οποία αφού διατυπωθεί θα ελεγχθεί από τους κατάλληλους λογικούς κανόνες για την ορθότητά της. Εντούτοις, δεν υπάρχουν αντίστοιχοι κανόνες για να καθοδηγήσουν τον ερευνητή στο να διατυπώσει μια ορθή υπόθεση, ούτε μπορεί να εγγυηθεί κανείς για την αληθοφάνεια και την αποτελεσματικότητά της. Αυτή η θεώρηση, που

υποστηρίχθηκε κυρίως από τους λογικούς εμπειριστές⁷⁴, στηρίχθηκε κατά βάση στην ύπαρξη περιπτώσεων όπου ο επιστήμονας πραγματοποιεί ένα φαντασικό άλμα στη διατύπωση της θεωρίας του καθώς και στην ύπαρξη «τυχαίων» ανακαλύψεων μέσα από κάποιου είδους «ατύχημα». Επί παραδείγματι, η θεωρία του August Kekulé (1829–1896) για την εξαγωνική δομή του μορίου του βενζολίου προέκυψε σύμφωνα με τον ίδιο « [...] η εργασία μου δεν προχωρούσε γιατί οι σκέψεις μου πετούσαν αλλού. Γύρισα την καρέκλα μου προς τη φωτιά και λαγοκοιμήθηκα. Για ακόμη μια φορά τα (χημικά) άτομα χοροπηδούσαν μες στο νου μου. [...]. Τα μάτια του μυαλού μου μπορούσαν τώρα να ξεχωρίσουν μεγαλύτερες δομές που προσαρμόζονταν πολυποίκιλα: μεγάλες σειρές, που ξετυλίγονταν και χόρευαν σαν κινήσεις ενός φιδιού. Άξαφνα, είδα ένα από αυτά τα φίδια να έχει γραπώσει την ουρά του και μορφή του στροβιλιζόταν περιπαιχτικά μπροστά στα μάτια μου. [...] Πέρασα το υπόλοιπο της νύχτας εργαζόμενος πάνω στις συνέπειες αυτής της υπόθεσης»⁷⁵.



Εικόνα 9. Η εξαγωνική δομή του βενζολίου όπως απεικονίστηκε από τον August Kekulé, θεμελιωτή της θεωρητικής χημείας. (Πηγή: <http://www.ch.imperial.ac.uk/rzepa/blog/?p=12546>) (15/1/15)

Με βάση αυτή τη λογική, το αντικείμενο της κανονιστικής φιλοσοφικής ανάλυσης είναι η δικαιολόγηση της ιδέας ή της ανακάλυψης, ως μορφή γνώσης, και όχι η γέννησή της, η οποία πρέπει να μελετηθεί με βάση την εμπειρία.

⁷⁴ Πρόκειται για φιλοσοφικό ρεύμα που άνθισε κατά τις δεκαετίες του 20' και 30' στην Ευρώπη και αργότερα στην Αμερική. Βασικό στοιχείο του ήταν ότι η επιστήμη αποτελεί την εγκυρότερη πηγή αλήθειας καθώς αυτό διασφαλίζεται μέσα από ανάπτυξη της λογικής σκέψης και της μαθηματικής επιστήμης. Αυτό το ρεύμα θέλησε να συνδέσει την απόκτηση γνώσης μέσω των αισθήσεων με τις αρχές της λογικής και της a priori γνώσης. Για περισσότερα δείτε το σχετικό λήμμα στο:

DANCY, J., SOSA, E. & STEUP, M. 2010. *A companion to epistemology*, Chichester, West Sussex, U.K. Malden, MA, Wiley-Blackwell.

⁷⁵ READ, J. 1995. *From alchemy to chemistry*, New York, Dover Publications. σ. 179-180

Παρόλα αυτά, στην σύγχρονη εποχή η φιλοσοφική θεώρηση με την εμπειρική μελέτη θεωρούνται αλληλένδετες και μάλιστα μέσα από έρευνες στην ψυχολογία, την γνωσιολογία και την τεχνητή νοημοσύνη αυτοί οι κλάδοι έχουν ενσωματωθεί μέσα στα ενδιαφέροντα της φιλοσοφίας σχετικά με τους τρόπους παραγωγής καινούργιας γνώσης⁷⁶. Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης πειραμάτων όπως και μέσα από την χρήση οργάνων και ειδικού εξοπλισμού για τέτοιες διαδικασίες, ο επιστήμονας μπορεί να έρθει σε επαφή με κάποια μη αναμενόμενα φαινόμενα. Μέσα από την παρατήρηση αυτών των συμβάντων μπορεί να δομηθεί μία επιστημονική υπόθεση και να οδηγήσει στην θεμελίωση μιας ανακάλυψης. Ο William Herschel (1738–1822) γύρω στο 1800 ανακάλυψε την υπέρυθη ακτινοβολία του ηλιακού φωτός. Αυτό συνέβη μέσα από διάφορες δοκιμές που έκανε με το τηλεσκόπιό του, ένα από τα μεγαλύτερα της εποχής, τοποθετώντας διαφορετικά φίλτρα για να διακρίνει τις κοιλίδες του ηλίου. Παρατήρησε ότι διαφορετικού χρώματος φίλτρα του έδιναν πολύ διαφορετική *αίσθηση* θερμότητας. Έχοντας στα χέρια του αυτή την «θολή πειραματική ιδέα»⁷⁷ υπέθεσε πως το φως αποτελείται από ορατές και μη ορατές ακτινοβολίες και διέπεται από την νευτώνεια μηχανική αφού οι ακτίνες συντίθεται από σωματίδια. Ενώ, λοιπόν, μέσα από τα πειράματα δείχνει ότι το φως και η θερμότητα παρουσιάζουν ομοιότητες στην διάθλαση, την ανάκλαση και των διασκεδασμό δεν καταφέρνει να τα ταυτίσει στο επίπεδο της διάδοσης κι έτσι εγκαταλείπει την αρχική του υπόθεση και τα πειράματα. Ενδιαφέρον έχει ότι τελικά η εφεύρεση του θερμοστοιχείου από τον Macedonio Melloni (1798–1854) έκανε δυνατή την μέτρηση της διάδοσης της θερμότητας μέσα από διάφορα σώματα και με αυτόν το τρόπο τέθηκαν νέα πειραματικά θεμέλια για να διατυπωθεί μια σωματιδιακή θεωρία του φωτός. Διαφαίνεται εδώ λοιπόν, η σχέση μεταξύ της ανακάλυψης σε πρακτικό επίπεδο και της ανακάλυψης σε θεωρητικό επίπεδο, δηλαδή το πως ο τεχνολογικός εξοπλισμός πλάθει και κατευθύνει τις θεωρητικές υποθέσεις-ανακαλύψεις του επιστήμονα. Είναι ξεκάθαρο πως η ανακάλυψη για να αποκτήσει επιστημονική υπόσταση πρέπει

⁷⁶ SCHICKORE, J. 2014. "Scientific Discovery", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Edward N. Zalta (ed.) : <http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/scientific-discovery> (25/1/15)

⁷⁷ Hacking, I. 2002. Αναπαριστώντας Παρεμβαίνοντας, Εισαγωγικά θέματα στην φιλοσοφία της φυσικής επιστήμης, μτφ. Τσιαντούλας, Τ., Αθήνα. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.. σ. 235

να περάσει από μια διαδικασία ελέγχου και δικαιολόγησης καθώς και να συνοδευτεί από υποθέσεις που εξηγούν και αιτιολογούν τις διάφορες λειτουργίες του κόσμου. Υπό αυτή την έννοια, η ανακάλυψη του τροχού δεν αποτελεί επιστημονική ανακάλυψη καθώς δεν εξηγεί κάτι σχετικά με την φύση της κίνησης ενός σώματος.

Από μια άλλη σκοπιά, η επιστημονική ανακάλυψη μπορεί να ιδωθεί ως ειδική περίπτωση της ευρύτερης ανθρώπινης ικανότητας στην επίλυση προβλημάτων. Όπως περιγράφει ο Pat Langley (1987), το παραπάνω αποτελεί μια υπόθεση η οποία πρέπει να ελεγχθεί επιστημονικά. Ο τρόπος που επιχειρεί να ελέγξει αυτήν την υπόθεση έχει εξαιρετικό ενδιαφέρον. Μέσα από την συγκέντρωση των τρόπων και μεθόδων που ένας άνθρωπος χρησιμοποιεί για να επιλύσει προβλήματα, δημιουργεί ένα πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή που χρησιμοποιεί αυτές τις μεθόδους με σκοπό να παράγει μη-τετριμμένες επιστημονικές ανακαλύψεις⁷⁸. Το πλεονέκτημα που θεωρεί ότι έχει ο Langley με αυτή την υπόθεση είναι το ότι αντλεί συμπεράσματα από ένα ευρύ δίκτυο γνώσης που έχει ελεγχθεί πειραματικά, αυτή σχετικά με το πως ο ανθρώπινος νους επιλύει προβλήματα, χωρίς να χρειάζεται να διατυπώσει μια θεωρία από το μηδέν. Προχωράει στην κατασκευή συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης, το Bacon που είναι ικανό στο να κάνει επιστημονικές ανακαλύψεις μέσα από ένα σύνολο νόμων και γνώσης και τα GLAUBER, STAH και DALTON τα οποία είναι ικανά στην διατύπωση ποιοτικών νόμων αντλώντας από ένα σύνολο εμπειρικών δεδομένων. Στον επίλογο ο Langley υποστηρίζει ότι η αρχική του υπόθεση φαίνεται να λειτουργεί πολύ ικανοποιητικά γεγονός που το στηρίζει στην συλλογή δεδομένων από τα συστήματα που προαναφέρθηκαν. Προς επίρρωση των λεγομένων του, αποδίδει ένα φόρο τιμής στον Max Planck (1858 -1947) για την διατύπωση του νόμου της ακτινοβολίας του μέλανος σώματος, μια διατύπωση που βασίστηκε πάνω στα εμπειρικά δεδομένα και την αξιοποίησή τους μέσω ενός τρόπου νόησης στην κατεύθυνση επίλυσης προβλημάτων. Δηλαδή, ενός τρόπου σκέψης αποδεσμευμένο από δημιουργικά ξεσπάσματα και νοητικές υπερβάσεις, πράγμα που ο Langley πιστεύει ότι

⁷⁸ LANGLEY, P. 1987. *Scientific discovery : computational explorations of the creative processes*, Cambridge, Mass., MIT Press.

χαρακτηρίζει το μεγαλύτερο μέρος αυτών που έχουν καταχωρηθεί ως «επιστημονικές ανακαλύψεις».

Θεωρώντας την επιστήμη ως μια διαδικασία συνεχούς εξέλιξης η οποία απορρίπτει κάθε δογματική θεώρηση των πραγμάτων, μιας και μια από τις κύριες αρχές της είναι η δυνατότητα διάψευσης, μπορεί κανείς διαισθητικά να εξηγήσει αυτήν την εξέλιξη με βάση την ίδια τη φύση. Σε αυτό το πλαίσιο, η εξέλιξη της επιστήμης μπορεί να παραλληλισθεί με τις εξελικτικές διαδικασίες με τις οποίες διέπεται και κινείται η φύση. Σε τέτοιες θεωρήσεις δεν είναι μόνο τα φιλοσοφικά ερωτήματα σημαντικά, ως ερωτήματα που ασχολούνται με τις εσωτερικές λειτουργίες της επιστημονικής εξέλιξης, αλλά σπουδαίο ρόλο παίζουν και τα εμπειρικά δεδομένα και στοιχεία που συλλέγονται μέσα από τις παρατηρήσεις και τις πειραματικές διαδικασίες. Ο Popper χρησιμοποιεί όρους απευθείας από την βιολογία για να εξηγήσει την εξέλιξη της επιστήμης. Χαρακτηριστικά αναφέρει ότι «επιλέγουμε εκείνη την θεωρία που αντέχει περισσότερο στον ανταγωνισμό με τις άλλες. Εκείνη που, μέσω της φυσικής επιλογής, αποδεικνύεται η πιο ανθεκτική στην επιβίωση»⁷⁹. Παρατηρούμε λοιπόν ότι η διατύπωση μιας επιστημονικής θεωρίας σε ένα συγκεκριμένο πεδίο μπορεί να επηρεάσει τον τρόπο σκέψης για μια συνολική θεωρία της επιστημονικής εξέλιξης. Αυτό δεν είναι μια καινούργια πρακτική καθώς είναι γνωστό πως κάποιες επιστήμες αποτελούν συγκοινωνούντα δοχεία σε ένα μεγάλο βαθμό. Τα μαθηματικά με την φυσική αποτελούν μια τέτοια χαρακτηριστική περίπτωση και μάλιστα θεωρίες που διατυπώθηκαν πρώτα στον ένα επιστημονικό κλάδο επηρέασαν την ανάπτυξη θεωριών στον άλλο, όπως οι θεωρίες πεδίου ή η θεωρία των πιθανοτήτων. Πρόκειται για μια συζήτηση σχετικά με το πως η εξειδίκευση στην επιστημονική έρευνα και η εμβάθυνση σε ένα περιορισμένο αντικείμενο μπορεί να δώσει εξηγήσεις και να διατυπώσει την αλήθεια για το όλο. Αν αναρωτηθούμε τι αποτελεί ένα γονίδιο οι απαντήσεις που μπορούμε να δώσουμε ποικίλουν ανάλογα με την οπτική της θέασης. Ο μοριακός βιολόγος θα το περιγράψει ως ένα κομμάτι DNA, ο βιοχημικός ως ένα σύμπλεγμα πρωτεϊνών, ο εμβρυολόγος ως ένα κλειδί για την εξέλιξη και ούτε καθεξής. Επίσης, τοποθετώντας στη συζήτηση και τις διάφορες φιλοσοφικές θεωρήσεις η εικόνα αρχίζει και γίνεται όλο και περισσότερο

⁷⁹ POPPER, K. R. 2002. *The logic of scientific discovery*, London, New York, Routledge. σ. 91

σύνθετη. Ίσως λοιπόν να είναι απαραίτητη μια μεταφιλοσοφία της επιστήμης η οποία θα καταφέρει «να μεταφράσει τις ιδέες από την γλώσσα του κάθε εξειδικευμένου επιστημονικού πεδίου σε μια συνολική και συμπαγή επιστημονική γλώσσα κατανοητή από όλους»⁸⁰.

2.3. Ο Ρόλος και ο Κόσμος του Επιστήμονα

Δεν νοείται επιστημονική διαδικασία χωρίς τον ανθρώπινο παράγοντα και με αυτόν θα ασχοληθούμε σε αυτό το υποκεφάλαιο. Θα προσπαθήσουμε να θίξουμε ζητήματα σχετικά με τον ρόλο του επιστήμονα μέσα στην συνολική διαδικασία, τον τρόπο που βιώνει την επιστημονική έρευνα και λαμβάνει τις αποφάσεις του, τον συναισθηματικό του κόσμο, την κοινωνική πλευρά καθώς και τη φύση της εργασίας του. Η επιστημονική κοινότητα, ως το σύνολο των ανθρώπων που ασχολούνται με την επιστημονική διαδικασία, αποτελεί ένα πολυσχιδή χώρο με πολλές υπό-κοινότητες διάφορων επιστημονικών πεδίων. Είναι λογικό πως οι συνθήκες στις οποίες εργάζονται οι διάφοροι επιστήμονες μπορεί να είναι τελείως διαφορετικές, όπως για παράδειγμα η εργασία ενός αρχαιολόγου σε μια αρχαιολογική ανασκαφή σε σχέση με αυτή ενός πειραματικού φυσικού μέσα σε ένα εργαστήριο. Παρόλα αυτά υπάρχει κάτι κοινό ανάμεσα τους, η εργασία με βάση τα πρότυπα της επιστημονικής έρευνας και της επιστημονικής σκέψης.

Θα ξεκινήσουμε με τον ρόλο των επιστημόνων στην επιστημονική διεργασία. Αρχικά μπορούμε να πούμε πως οι επιστήμονες είναι αυτοί που κάνουν τις επιστημονικές δηλώσεις (statements) και μορφοποιούν τις επιστημονικές θεωρίες. Αυτό ίσως ακούγεται τετριμμένο αλλά η εξήγησή του προϋποθέτει μερικά πράγματα. Προϋποθέτει ο επιστήμονας να διαθέτει ορθολογική σκέψη και επάρκεια αισθήσεων έτσι ώστε να μπορεί να μετουσιώνει τις πειραματικές παρατηρήσεις σε επιστημονικές δηλώσεις. Με λίγα λόγια, βασίζεται πολύ στις αισθήσεις και ειδικά στην όραση ως μέσο για την αξιοποίηση των πειραματικών δεδομένων. Βέβαια, καθώς δεν είναι όλα τα

⁸⁰ ZIMAN, J. M. 2000. *Real science : what it is, and what it means*, Cambridge: New York, Cambridge University Press. σ. 9

πειραματικά αποτελέσματα «ορατά» δια γυμνού οφθαλμού, κάποιες επιπλέον δεξιότητες αποτελούν σημαντικούς παράγοντες όπως η δημιουργική σύνθεση των αποτελεσμάτων, ακόμα και υποθέσεις φανταστικές που δένουν μεταξύ τους τα αποτελέσματα. Ο Gerald Holton (2002) αναφέρει πως «τα μόνα εργαλεία που διαθέτει (ο άνθρωπος) για την κατανόηση των φυσικών φαινομένων, το λεξιλόγιο της φαντασίας του, είναι εικόνες, μεταφορές και αναλογίες που αφορούν πρωταρχικά μηχανικά γεγονότα της καθημερινής ζωής»⁸¹. Πρέπει εν ολίγοις να σκεφτούμε τον επιστήμονα ως άνθρωπο γιατί στο έργο του απαιτείται «στοχασμός, παρατήρηση, πειραματισμός, φαντασία και ένα βαθμό διαίσθησης»⁸². Συνεπώς, μια πρώτη κινητήρια δύναμη της επιστημονικής εξέλιξης είναι η συνεχής επινόηση νέων επιστημονικών δηλώσεων αλλά και ο αδιάκοπος έλεγχος για την εγκυρότητά τους μέσα από αυστηρά κριτήρια επιλογής. Το σθένος που διακρίνει τον επιστήμονα να συνεχίζει ακούραστα την παραπάνω διαδικασία προϋποθέτει μια βαθιά ηθική δέσμευση προς την αναζήτηση της αλήθειας καθώς και την ετοιμότητά του να δεχτεί την διάψευση κάποιων δηλώσεών του. Δηλαδή, προσδίδεται στον επιστήμονα ένας διττός ρόλος, από την μια ο ρόλος του στην έρευνα για την αναζήτηση της αλήθειας και από την άλλη η διαφύλαξή της από λανθασμένες υποθέσεις.

Μια εύλογη ερώτηση που αναδύεται από τα προηγούμενα έχει να κάνει με τις πηγές από τις οποίες η επιστημονική κοινότητα αντλεί δύναμη για το έργο της. Αυτές συνθέτουν ένα πολυεπίπεδο σύστημα και μπορούν να έχουν διαφορετικές βάσεις, από την ύπαρξη πανεπιστημιακών θεσμών επιβράβευσης μέχρι την επιθυμία τιθάσευσης της φύσης μέσω της ανακάλυψης των νόμων της, ακόμα και την ανάγκη προσφοράς στην ανθρωπότητα και στο κοινό καλό, μια ανάγκη η οποία δεν αποτελεί αποκλειστικό χαρακτηριστικό των επιστημόνων. Πάντως, αυτά αποτελούν προσωπικά κίνητρα και διαφέρουν από άνθρωπο σε άνθρωπο οπότε παρουσιάζουν δυσκολία για μια ασφαλή γενίκευσή τους. Δεν συμβαίνει το ίδιο όμως με τους θεσμοθετημένους τρόπους επιβράβευσης, όπως είναι τα διάφορα επιστημονικά βραβεία και οι διακρίσεις

⁸¹ HOLTON, G. J. & BRUSH, S. G. 2002. *Εισαγωγή στις έννοιες και τις θεωρίες της φυσικής επιστήμης*, μτφ. Μαρκολέφας, Η., Σκουρλά, Λ., Αθήνα: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.. σ. 234

⁸² Ό.π, σ. 222

καθώς και η “βαθμολόγηση” της ποιότητας των δημοσιεύσεων. Διάφοροι ερευνητές έχουν μελετήσει την επίδραση τους πάνω στο έργο των επιστημόνων. Ο Robert Merton στο άρθρο του *The Matthew Effect in Science*⁸³, αναφέρει τα ευρήματα κάποιων άλλων ερευνών όπως ότι η επιστημονική αναγνώριση απαιτείται, σε κάποιο βαθμό, ώστε ο επιστήμονας να σταθεροποιήσει την επαγγελματική του πορεία. Επίσης, θεωρώντας την ποσότητα των επιστημονικών δημοσιεύσεων ως μέτρο (χωρίς να υποβαθμίζεται ο ρόλος της ποιότητας), βρέθηκε πως επιστήμονες από καταξιωμένα πανεπιστήμια που δημοσιεύουν μελέτες συνήθως χαίρουν μεγαλύτερης αναγνώρισης από συναδέλφους τους, όμοια παραγωγικούς, σε μικρότερης εμβέλειας ιδρύματα. Μία άλλη υπόθεση, υποστηρίζει πως η επιστημονική αναγνώριση, που μέσω του συστήματος επιβράβευσης δέχονται οι επιστήμονες, έχει ως κυρίαρχο για αυτούς όφελος την πρόσβαση σε ένα μεγαλύτερο και πιο σημαντικό εύρος πληροφοριών. Το πιο σημαντικό βραβείο για την επιστημονική δραστηριότητα αποτελεί το βραβείο Nobel το οποίο σκιαγραφεί τους σημαντικότερους επιστήμονες της γενιάς τους. Βέβαια, θα πρέπει να τονίσουμε ότι υπήρξαν πολλές περιπτώσεις επιστημόνων που συνέβαλλαν τα μέγιστα στον τομές τους, όπως ο Diderot (1713–1784), ο Pascal (1623-1662) και πολλοί άλλοι οι οποίοι κέρδισαν μια θέση στην αιωνιότητα στηριζόμενοι στις δικές τους δυνάμεις.

Αυτό το σύστημα επιβράβευσης κατά συνέπεια δημιουργεί και το απαραίτητο υπέδαφος για την ιδέα ότι η επιστημονική διαδικασία αποτελεί, σε ένα βαθμό, μια ανταγωνιστική διαδικασία μεταξύ των υποκειμένων της. Δηλαδή, θα μπορούσε κανείς να υιοθετήσει μια δαρβινική προσέγγιση σχετικά με την επιστημονική διεργασία, ανάλογη με αυτή που περιγράψαμε προηγουμένως για τις θεωρητικές υποθέσεις και τις επιστημονικές δηλώσεις. Αυτή η υπόθεση όμως για να λειτουργήσει θα έπρεπε η επιστημονική κοινότητα και η γνώση να είναι ένα ανοιχτό σώμα όπου ο κάθε επιστήμονας θα είχε πρόσβαση. Προϋποθέτει δηλαδή μια ανοιχτή συζήτηση μεταξύ της επιστημονικής κοινότητας, πράγμα που δεν είναι πάντα εφικτό καθώς μεγάλες ποσότητες γνώσης κρατούνται από μη ακαδημαϊκούς φορείς όπως πολυεθνικές εταιρίες με δικά τους ερευνητικά

⁸³ Merton, R. 1968. *The Matthew Effect in Science: The reward and communication systems of science are considered.*, Science, vol. 159, σ. 56-63.

κέντρα. Πάντως, θα μπορούσε κανείς να αντιστρέψει την υπόθεση θεωρώντας ότι ακριβώς αυτό το σύστημα επιβράβευσης αποτελεί την αιτία του επιστημονικού ανταγωνισμού. Όμως η επιστήμη και οι πρακτικές της αποτελούν επίσης και ένα κοινωνικό φαινόμενο το οποίο και επηρεάζεται από την εκάστοτε ιστορική περίοδο. Η σύγχρονη κοινωνία που στηρίζεται κατά πολύ στην οικονομική θεώρηση των αγαθών δεν θα μπορούσε να αφήσει έξω την περίπτωση της επιστήμης. Συνεπώς, η επιστημονική διεργασία είναι άμεσα εξαρτημένη από οικονομικούς πόρους και τεχνικά μέσα που σε ένα βαθμό μπορούν να επηρεάσουν την κατεύθυνση κατά την οποία θα στραφεί η επιστημονική έρευνα. Κοντολογίς, όλο αυτό το σύστημα ανταγωνισμού και επιβράβευσης στηρίζεται πάνω στην θέαση της επιστήμης ως προϊόν που ενσωματώνει κάποια οικονομική αξία, ως ένα οικονομικό αγαθό, μέσα σε μια κοινωνία που τα πάντα μπορούν να μεταφραστούν σε χρηματική αξία.

Δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι ο επιστήμονας παραμένει ένας άνθρωπος με την συνολική έννοια. Αυτό σημαίνει ότι λειτουργεί μέσα στην ωμή πραγματικότητα, έχει τις έγνοιες κάθε ανθρώπου, φιλοδοξίες, όνειρα, ανάγκες, προβλήματα συμπεριφοράς, προσωπικές σχέσεις και όλα τα άλλα ανθρώπινα στοιχεία. Δηλαδή, θα ήταν λάθος να εξιδανικεύσουμε την επιστημονική πρακτική και τους επιστήμονες έχοντας κατά νου την καθαρή και λαμπερή έννοια της επιστήμης. Ο αγώνας δρόμου στον οποίο είχαν επιδοθεί οι επιστήμονες γύρω στο 1950 για την ανακάλυψη του DNA αποτελεί μια ιστορία γεμάτη από ανταγωνισμούς, εντάσεις και έντονης συναισθηματικής φόρτισης. Το βιβλίο του James Watson⁸⁴, "Η Διπλή Έλικά", αποτελεί μια απομυθοποίηση των επιστημόνων εκθέτοντας τα γεγονότα που έλαβαν χώρα κατά τους τελευταίους 18 μήνες πριν την κορυφαία επιστημονική ανακάλυψη, αυτή της δομής του μορίου του DNA. Μια από της ερευνήτριες που συνέβαλαν σημαντικά σε αυτήν, η Rosalind Franklin, δεν έτυχε ποτέ της αναγνώρισης που της άξιζε γεγονός στο οποίο σίγουρα συνέβαλε και ο πρόωρος θάνατός της. Πάντως από την μελέτη των σημειώσεών της είναι σχεδόν σίγουρο πως θα κατέληγε στα ίδια συμπεράσματα με τους Watson και Crick (1916–2004) μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα των επόμενων μηνών. Λέγεται ότι η περίφημη φωτογραφία B51 που

⁸⁴ Watson, J. 2010. *Η διπλή Έλικά*. μτφ. Μιχαηλίδου, Υ., Αθήνα, Δημοσιογραφικός Οργανισμός Λαμπράκη.

επηρέασε δραστικά τους τελευταίους για την ορθή διατύπωση του μοντέλου αποσπάστηκε από την Franklin χωρίς την άδειά της από τον συνεργάτη της Maurice Wilkins, με τον οποίο η Franklin βρισκόταν συνεχώς σε σφοδρή αντιπαράθεση. Ένας άλλος σπουδαίος βιοχημικός της εποχής, ο Erwin Chargaff (1905–2002), είχε ανακαλύψει τον Μάιο του 1952 την αντιστοιχία των βάσεων A και G (πουρίνες) με τις T και C (πυριμιδίνες) κι ότι $A=T$ και $G=C$ και μάλιστα ότι ο λόγος $A+T/G+C$ διαφέρει μεταξύ των διάφορων ειδών οργανισμών. Περιγράφοντας στον ιστορικό του DNA, Horace Judson, μια επίσκεψή του στο εργαστήριο των Watson και Crick αναφέρει πως αυτοί «με εντυπωσίασαν με την παντελή άγνοιά τους. Ποτέ δεν συνάντησα δυο ανθρώπους που ήξεραν τόσο λίγα πράγματα, αλλά είχαν τη φιλοδοξία να καταφέρουν τόσα πολλά»⁸⁵. Ενώ η συμβολή του Chargaff υπήρξε καθοριστικής σημασίας για διατύπωση του σωστού μοντέλου του DNA η μη βράβευσή του αποτέλεσε ένα αίνιγμα για την εποχή και έκανε τον ίδιο να εκτοξεύσει πικρόχολο σχόλια κατά των ανταγωνιστών του.

Κάποιες φορές η κατάσταση δεν μένει στα πικρόχολα σχόλια και τις σκηνές ζηλοτυπίας αλλά στήνονται ολόκληρες επιστημονικές «απάτες». Ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση του Ολλανδού ερευνητή και ψυχολόγου Diederik Alexander Stapel ο οποίος κατηγορήθηκε για νόθευση της έρευνας και τελικά εκδιώχθηκε από το πανεπιστήμιο του Tilburg στην Ολλανδία. Η παραβίαση των επιστημονικών κανόνων δεοντολογίας αφορούσε πενήντα πέντε δημοσιεύσεις. Συγκεκριμένα, η υπόθεση άρχισε να ερευνάται ύστερα από την καταγγελία κάποιων φοιτητών σύμφωνα με την οποία υπήρχαν ενδείξεις πως κάτι πήγαινε στραβά. Κάποιοι άλλοι συνάδελφοί του είχαν παρατηρήσει πως τα αποτελέσματα των πειραμάτων του «ήταν πολύ καλά για να είναι αληθινά». Στην πραγματικότητα αποδείχθηκε πως ο Stapel κατασκεύαζε τα δεδομένα ώστε να ταιριάζουν στις υποθέσεις και τις θεωρίες που διατύπωνε καθώς και στις μεθόδους των “στημένων” ερευνών του. Ο τρόπος με τον οποίο κατάφερε κάτι τέτοιο ήταν το να δουλεύει μόνος του και όποτε φοιτητές του ζητούσαν πρόσβαση στα εργαστηριακά δεδομένα αυτός επικαλούνταν διάφορες

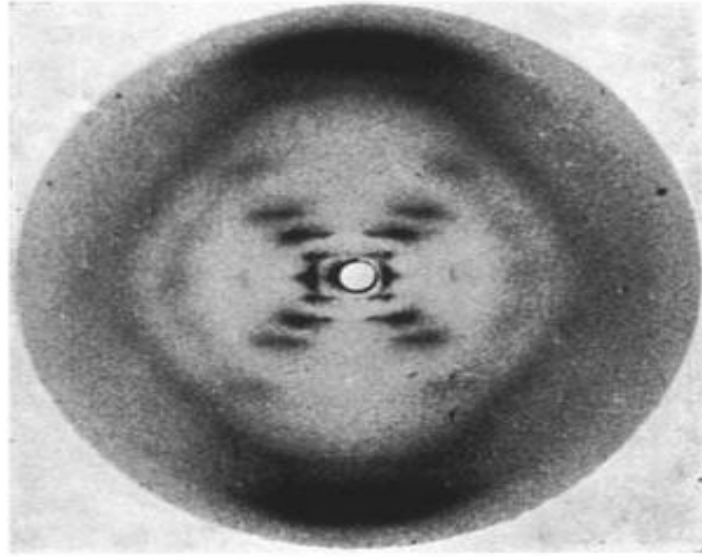
⁸⁵ Watson, J. 2010. *Η διπλή Έλικά*. μτφ. Μιχαηλίδου, Υ., Αθήνα, Δημοσιογραφικός Οργανισμός Λαμπράκη. σ. 15. Επίσης:

<http://www.theguardian.com/news/2002/jul/02/guardianobituaries.obituaries> (2/2015)

δικαιολογίες για να το αποφεύγει. Ενδιαφέρον έχει η δική του μαρτυρία όπου αναφέρει πως «δεν έκανα περίεργα πράγματα, για παράδειγμα δεν προσπάθησα να αποδείξω πως η γη είναι επίπεδη. Αντίθετα, πάντα πρόσεχα το πείραμά μου να έχει λογική και να συμφωνεί με τις προηγούμενες έρευνες. Εγώ, απλά πρόσθετα αυτό το μικρό βηματάκι που όλοι περίμεναν να είναι αληθινό...»⁸⁶. Μια από τις πιο προβεβλημένες πλαστές έρευνες του Stapel ήταν πως οι άνθρωποι που τρώνε κρέας έχουν περισσότερες εγωιστικές τάσεις από τους χορτοφάγους. Ύστερα από όλα αυτά ο Stapel ζήτησε συγγνώμη από την επιστημονική κοινότητα μετανιωμένος για τις αντιεπιστημονικές πρακτικές του. Ο νομπελίστας επιστήμονας Daniel Kahneman, σε έργο του οποίου θα αναφερθούμε εκτενέστερα σε επόμενο υποκεφάλαιο, έστειλε το 2012 μια ανοιχτή επιστολή σε συναδέλφους του ψυχολόγους καθώς και σε φοιτητές του, με την παρότρυνση να φτιάξουν μια ασφαλιστική δικλίδα ελέγχου των δημοσιευόμενων αποτελεσμάτων μέσω της επανάληψης των πειραμάτων. Τονίζει μάλιστα την αναγκαιότητα να «αποκαταστήσουν την αλήθεια σχετικά με τον τομέα της ψυχολογίας που ασχολείται με τα priming effects ο οποίος έχει πληγεί από ένα σύννεφο αμφιβολίας και σκεπτικισμού»⁸⁷. Όλες αυτές οι περιπτώσεις, που φυσικά δεν είναι οι μόνες, μας δείχνουν και μια άλλη πλευρά της επιστημονικής δραστηριότητας η οποία όμως ενισχύει την άποψη πως ο επιστήμονας παρ' όλες τις αρχές, την γνώση και την φιλοσοφία του, παραμένει πάνω απ' όλα άνθρωπος με όλα τα θετικά και αρνητικά γνωρίσματα που συνεπάγεται αυτό.

⁸⁶ http://www.nytimes.com/2013/04/28/magazine/diederik-stapels-audacious-academic-fraud.html?pagewanted=all&_r=1& (2/2015)

⁸⁷ Αναλυτικά η επιστολή του Kahneman στην παρακάτω διεύθυνση: http://www.nature.com/polopoly_fs/7.6716.1349271308!/suppinfoFile/Kahneman%20Letter.pdf (2/2015)



Εικόνα 10: Η περίφημη φωτογραφία με την κωδική ονομασία B51 από ακτινογράφιση του DNA, της Rosalind Franklin. Πηγή: (http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/b/b2/Photo_51_x-ray_diffraction_image.jpg) (15/2/15)

2.3.1. Γνωστικές και αντιληπτικές πλάνες, διαίσθηση και τρόποι λήψης αποφάσεων

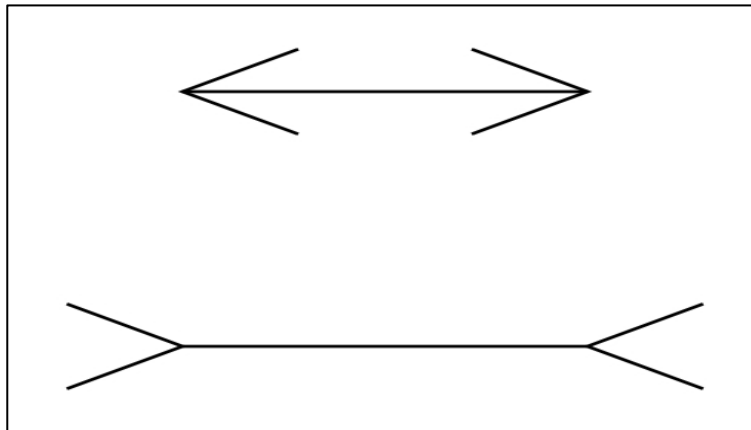
Το σημαντικό έργο του Daniel Kahneman πάνω στους τρόπους λειτουργίας του ανθρώπινου νου ίσως αποβεί χρήσιμο στην καλύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο εργάζεται και λαμβάνει αποφάσεις ο επιστήμονας. Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα αναφέρουμε μερικά από τα σημαντικότερα ευρήματα αυτής της πολυετούς έρευνας του Kahneman η οποία συμπυκνώνεται στο βιβλίο του “Σκέψη, αργή και γρήγορη” με την ελπίδα να διαφωτιστεί καλύτερα η ανθρώπινη πλευρά του επιστήμονα. Η νοητική δραστηριότητα που έχει ως αποτέλεσμα να παράγει διαισθήσεις, εντυπώσεις και που ευθύνεται για τη λήψη αποφάσεων πραγματοποιείται με σιωπηλό τρόπο μέσα στον ανθρώπινο νου. Ένα από τα σημαντικότερα θέματα που συζητούνται στο βιβλίο του είναι οι προκαταλήψεις της διαίσθησης. Τα σφάλματα δηλαδή στα οποία υποπίπτει ο νους μας, όχι λόγω κακής υγείας ή χαμηλής νοημοσύνης, αλλά εξαιτίας του τρόπου λειτουργίας του. Ο Kahneman προσπαθεί να εξηγήσει αυτά τα φαινόμενα ώστε «να βελτιώσει την ικανότητα αναγνώρισης και κατανόησης

εσφαλμένων κρίσεων και επιλογών άλλων ανθρώπων, και τελικά του εαυτού μας [...].»⁸⁸.

Οι δυο κυρίαρχοι τρόποι σκέψης αντικατοπτρίζονται σε δύο “συστήματα”. Το Σύστημα 1 είναι ο γρήγορος τρόπος σκέψης, δηλαδή αυτός που διενεργείται αυτόματα και με ταχύτητα χωρίς να απαιτείται προσπάθεια και χωρίς να είναι δυνατός ο εκούσιος έλεγχος. Από την άλλη πλευρά βρίσκεται το Σύστημα 2 το οποίο επιστρατεύεται στις επίμοχθες νοητικές δραστηριότητες όπως οι αριθμητικοί ή άλλοι πολύπλοκοι υπολογισμοί που απαιτούν συγκέντρωση και προσοχή. Τα δύο αυτά συστήματα αλληλεπιδρούν συνεχώς και αλληλοσυμπληρώνονται κατά την νοητική διεργασία. Το σύστημα της γρήγορης σκέψης βομβαρδίζει το σύστημα 2 με εντυπώσεις, διαισθήσεις, προθέσεις και αισθήματα οι οποίες μέσα από το σύστημα 2 μετατρέπονται σε πεποιθήσεις και εκούσιες πράξεις. Κοινώς, πιστεύουμε πως ενεργούμε σύμφωνα με τις επιθυμίες μας και ότι πιστεύουμε στις εντυπώσεις μας. Όταν όμως πρόκειται να δοθεί μια απάντηση η οποία δεν είναι εφικτή από το σύστημα 1 τότε το πρόβλημα αναλαμβάνει να λύσει το σύστημα 2, όπως η εκτέλεση ενός δύσκολου πολλαπλασιασμού ή η προσπάθεια να φανεί κανείς ευγενικός ενώ βρίσκεται σε σύγχυση. Το περίφημο «πείραμα του γορίλα» φανερώνει τον τρόπο που συνεργάζονται αυτά τα δύο συστήματα σκέψης καθώς και το γεγονός ότι όταν το σύστημα 2 εργάζεται σκληρά απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή με συνέπεια να μην μπορούμε να παρατηρήσουμε με «αντικειμενικό» τρόπο τον περιβάλλοντα κόσμο. Από τη άλλη τα δύο συστήματα συνεργάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να απαιτείται η ελάχιστη δυνατή προσπάθεια για τις καλύτερες επιδόσεις. Το πρόβλημα εντοπίζεται στο γεγονός ότι το γρήγορο σύστημα έχει προκαταλήψεις και κάνει συστηματικά σφάλματα, έχει την τάση να ανάγει μια απάντηση σε μια ευκολότερη από την αρχική, έχει περιορισμένη κυριαρχία πάνω στην λογική και τέλος λειτουργεί ακούσια οπότε και δεν μπορεί να απενεργοποιηθεί. Για να καταλάβει κανείς το αυθόρμητο του συστήματος 1 αξίζει να αναφέρουμε την πλάνη Muller – Lyer. Παρότι οι δυο οριζόντιες γραμμές έχουν το ίδιο μήκος η αίσθηση που έχουμε είναι ότι η κάτω γραμμή είναι

⁸⁸ KAHNEMAN, D. 2013. *Σκέψη, αργή και γρήγορη*, μτφ. Παπαδοπούλου, Β., Αθήνα, Κάτοπτρο. σ. 17

μεγαλύτερη. Ακόμα και αν κανείς γνωρίζει αυτή την αντιληπτική πλάνη κάθε φορά που την κοιτάζει του έρχεται η ίδια αρχική εντύπωση αλλά μετά αναλαμβάνει το σύστημα 2 και βάζει τα πράγματα στην τάξη. Με λίγα λόγια, δεν μπορούμε να επέμβουμε σε αυτή την αυτόματη διαδικασία του συστήματος 1 αλλά μπορούμε «[...]να μάθουμε να αναγνωρίζουμε τις καταστάσεις στις οποίες πιθανώς να συμβούν λάθη και να προσπαθούμε πιο σκληρά να τα αποφύγουμε όταν υπάρχει κίνδυνος μεγάλων απωλειών.»⁸⁹



Εικόνα 11 Η αντιληπτική πλάνη Muller-Lyer.

Πηγή: <http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/MullerLyer.jpg> (20/2/15)

Συγκρίνοντας τις καταστάσεις της ήπιας και της έντονης σωματική δραστηριότητας ο Kahneman παρατήρησε ότι η έντονη σωματική άσκηση απαιτεί επιπλέον νοητικούς πόρους, όπως στην περίπτωση της διατήρησης ρυθμού ενόσω κανείς τρέχει. Από την άλλη, κατά τη διάρκεια μιας χαλαρής πεζοπορίας ο νους είναι πολύ περισσότερο ελεύθερος στο να σκέφτεται άλλα πράγματα. Αυτό φανερώνει το ότι η σωματική, η γνωστική και η ψυχολογική εγρήγορση αντλούν πόρους από μια κοινή δεξαμενή ενέργειας και μάλιστα ο αυτοέλεγχος και οι σκόπιμες σκέψεις απαιτούν περισσότερη από αυτή την ενέργεια. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, υπάρχει ένα ιδιαίτερο βίωμα που αγγίζει τα όρια της μέθεξης, δηλαδή μιας κατάστασης αβίαστης συγκέντρωσης όπου

⁸⁹ KAHNEMAN, D. 2013. *Σκέψη, αργή και γρήγορη*, μτφ. Παπαδοπούλου, Β., Αθήνα, Κάτοπτρο. σ. 51

κανείς χάνει την αίσθηση του χρόνου και των προβλημάτων του. Αυτό περιγράφεται ως η «βέλτιστη εμπειρία» και απαντάται σε πολλούς τομείς δραστηριότητας, όπως στην τέχνη, στην συγγραφή βιβλίων και στην επιστημονική έρευνα. Έτσι λόγω της αβίαστης αυτής επικέντρωσης στο αντικείμενο της σκέψης απελευθερώνονται πολύτιμοι πόροι που σε άλλες περιπτώσεις καταναλώνονται για την επίτευξη του αυτοελέγχου και της συγκέντρωσης. Τα τελευταία ελέγχονται από το αργό σύστημα σκέψης. Από μια σειρά πειραμάτων έχει επιβεβαιωθεί πως η προσπάθεια θέλησης και αυτοελέγχου είναι επίπονη και κουραστική. Λόγω αυτού του νοητικού κάματος προκύπτουν φαινόμενα όπως η «εξάντληση του εγώ» όπου άτομα που έχουν πιεστεί να ασκήσουν αυτοέλεγχο και συγκέντρωση θα το κάνουν με λιγότερη προθυμία και απόδοση στην επόμενη πρόκληση που θα εμφανιστεί. Αυτό με την σειρά του μπορεί να προκαλέσει «απώλεια κινήτρων». Από μια άλλη ερευνητική ομάδα βρέθηκε πως η νοητική ενέργεια δεν είναι κάτι το μεταφορικό αλλά πραγματικά ο ανθρώπινος οργανισμός καταναλώνει σημαντικά περισσότερη γλυκόζη όταν εξαναγκάζεται σε μια κοπιαστική νοητική προσπάθεια. Το σημαντικότερο όμως είναι ότι η εξάντληση του εγώ επηρεάζει σε κάποιο βαθμό την κρίση. Σε ένα πείραμα που οργανώθηκε πάνω σε μια ομάδα δικαστών, οι οποίοι αγνοούσαν ότι αποτελούσαν μέρος του, φάνηκε πως κατά την διάρκεια της εργασίας τους άλλαζε ο τρόπος λήψης αποφάσεων εξαιτίας της εξάντλησης. Συγκεκριμένα, το έργο τους αφορούσε την εξέταση αιτήσεων αναστολής φυλακισμένων. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι κάθε δικαστής κάνει διάλειμμα για πρωινό, μεσημεριανό και απογευματινό και καταγράφοντας την ακριβή ώρα της κάθε απόφασης, προέκυψε ότι μετά από κάθε γεύμα το ποσοστό εγκρίσεων αυξανόταν απότομα στο 65% και ύστερα μειωνόταν με σταθερό ρυθμό έως το επόμενο γεύμα όπου ακριβώς πριν το γεύμα το ποσοστό άγγιζε το μηδέν. Μία εκ των κυρίων εργασιών που αναλαμβάνει το σύστημα 2 είναι «παρακολούθηση και ο έλεγχος των σκέψεων και των δράσεων που προτείνονται από το σύστημα 1, επιτρέποντας μερικές να εκφραστούν ευθέως στην συμπεριφορά, ενώ άλλες καταπιέζονται ή τροποποιούνται.»⁹⁰. Ο Kahneman λοιπόν, μαζί με τον Shane Frederick, διατύπωσαν μια θεωρία όπου η

⁹⁰ KAHNEMAN, D. 2013. *Σκέψη, αργή και γρήγορη*, μτφ. Παπαδοπούλου, Β., Αθήνα, Κάτοπτρο. σ. 76

πλειοψηφία των ανθρώπων έχουν υπερβολική αυτοπεποίθηση δίνοντας αυξημένη βαρύτητα στις διαισθήσεις τους και αποφεύγουν τον έλεγχο της ορθότητας των κρίσεών τους. Αυτό προφανώς σχετίζεται και με το ότι η γνωστική προσπάθεια και η χρήση του συστήματος 2 είναι πιο επίπονη και δυσάρεστη από αυτή του συστήματος 1. Ως συνέπεια, όταν κανείς θεωρήσει αληθές ένα συμπέρασμα είναι αρκετά πιθανό να δεχτεί ως αληθινά και τα επιχειρήματα που φαινομενικά το στηρίζουν, ακόμα κι αν είναι λανθασμένα.

Αν κανείς συνεχίσει την μελέτη του συστήματος 1 θα έρθει αντιμέτωπος με μια άλλη σημαντική λειτουργία του, αυτή της συνειρμικής σκέψης. Η ύπαρξη της συνειρμικής σκέψης αναζητήθηκαν από τον 17ο και 18ο αιώνα αλλά τα τελευταία χρόνια ανακαλύφθηκε πως η γνωστική δραστηριότητα γίνεται όχι μόνο με τον εγκέφαλο αλλά και με το σώμα. Δηλαδή, αυτά που γνωρίζουμε αναπαριστώνται μέσα στο μυαλό μας και με την συμμετοχή του σώματος, ανάλογα με το είδος της σκέψης. Ένα εύρημα που μοιάζει εντυπωσιακό είναι αυτό της ψυχολογικής «προετοιμασίας». Η προετοιμασία αποτελεί ένα φαινόμενο κατά το οποίο εάν κανείς εκτεθεί σε κάποια λέξη, τότε έρχονται με μεγάλη ευκολία στο νου άλλες σχετικές λέξεις. Αλλά δεν περιορίζεται μονάχα εκεί καθώς έγινε φανερό πως μπορούν να προετοιμαστούν ακόμα και τα συναισθήματα αλλά και οι πράξεις ενός ατόμου, από συμβάντα τα οποία το άτομο δεν γνωρίζει καν. Αυτό θα μπορούσε να γίνει κατανοητό μέσω ενός πειράματος όπου φοιτητές νεαρής ηλικίας κλήθηκαν να συνθέσουν φράσεις τεσσάρων λέξεων από διάφορα σύνολα πέντε λέξεων. Σε μια ομάδα φοιτητών ανάμεσα στις λέξεις που είχαν στη διάθεσή τους οι μισές σχετίζονταν με ηλικιωμένους ανθρώπους, όπως ρυτίδα, γκρίζο, μαγκούρα κτλ. Τότε, παρατηρήθηκε ότι όταν ζήτησαν από τους φοιτητές να μεταβούν σε ένα διπλανό χώρο για ένα άλλο πείραμα οι πειραματιστές μέτρησαν πως αυτή η ομάδα (που είχε λέξεις σχετικές με τους ηλικιωμένους) είναι εμφανώς αργότερο ρυθμό βαδίσματος από τις άλλες. Το αξιοσημείωτο είναι ότι από ερωτήσεις που τους έγιναν μετά, κανείς δεν είχε παρατηρήσει κάποιο κοινό θέμα στις λέξεις ούτε και παραδέχθηκε ότι οι πράξεις του είχαν επηρεαστεί από εκείνες τις λέξεις. Αυτό το φαινόμενο προετοιμασίας, όπου μια ιδέα επηρεάζει τις πράξεις, ονομάζεται ιδεοκινητικό φαινόμενο.

Μία άλλη εργασία για την οποία είναι υπεύθυνο το σύστημα 1 είναι το να δίνει απαντήσεις σε δύσκολα ερωτήματα που δεν χρίζουν άμεσα μιας ικανοποιητικής απάντησης. Αυτό το πετυχαίνει κάνοντας μια αναγωγή, δηλαδή ανακαλύπτει μια πιο εύκολη ερώτηση και απαντά σε αυτή. Αυτό το φαινόμενο ο Kahneman το ονομάζει *υποκατάσταση*. Ο χώρος από τον οποίο αντλείται αυτή είναι η απλούστερη ερώτηση είναι συνυφασμένος με την αίσθηση που έχουμε για τον κόσμο και από τις δομές που θεωρούμε δεδομένες και αναλλοίωτες μέσα στην τάξη των πραγμάτων. Είναι δεδομένα στα οποία έχουμε άμεση πρόσβαση εξαιτίας της επαναληψιμότητας και της χρήσης τους και αυτός είναι ένα λόγος για τον οποίο άνθρωποι μπορούν να κρίνουν πιθανότητες χωρίς ωστόσο να μπορούν να ερμηνεύσουν σε βάθος την έννοια της πιθανότητας. Όταν μάλιστα εμπλέκονται και τα συναισθήματα παρατηρείται μια κυριαρχία των συμπερασμάτων επί των επιχειρημάτων. Όπως αναφέρει ο Kahneman, «Ο Ψυχολόγος Paul Slovic έχει προτείνει μια θυμική ευρετική μέθοδο, σύμφωνα με την οποία οι άνθρωποι καθορίζουν τις πεποιθήσεις τους για τον κόσμο με βάση τις αρέσκειες και τις απარέσκειές τους.⁹¹».

Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα που θίγεται είναι η καλή επιλογή του δείγματος για την άντληση σωστών συμπερασμάτων. Σχετικά με τους ψυχολόγους, ο Kahneman αναφέρει ότι στις μελέτες τους δεν χρησιμοποιούν υπολογισμούς για να αποφασίσουν το μέγεθος του δείγματος παρά βασίζονται στην κρίση και την διαίσθησή τους. Αυτό όμως παρουσιάζει ελλείψεις καθώς ο μοναδικός τρόπος για να μειωθεί ο κίνδυνος εσφαλμένων συμπερασμάτων είναι το μέγεθος του δείγματος. Σε μια μελέτη επισημαίνεται πως τα δείγματα που χρησιμοποιούν οι ψυχολόγοι είναι τόσο μικρά ώστε υπάρχει ποσοστό 50% να μην επιβεβαιωθούν οι αληθινές υποθέσεις τους. Το αξιοσημείωτο είναι πως μετά από μελέτη των Kahneman-Tversky όπου οι ερωτώμενοι επιλέχθηκαν για την μαθηματική τους ειδημοσύνη έτσι ώστε να εκτιμήσουν σωστά το μέγεθος του δείγματος και την πιθανότητα αποτυχίας, φάνηκε πως ακόμα και εκείνοι υπέπεσαν σε παρόμοια σφάλματα. Στο άρθρο τους «Πίστη στο νόμο των μικρών αριθμών» εξήγησαν πως «οι διαισθήσεις σχετικά με την τυχαία δειγματοληψία φαίνεται να υπακούουν στον νόμο των μικρών αριθμών, σύμφωνα με τον οποίο

⁹¹ KAHNEMAN, D. 2013. *Σκέψη, αργή και γρήγορη*, μτφ. Παπαδοπούλου, Β., Αθήνα, Κάτοπτρο. σ. 167

ο νόμος των μεγάλων αριθμών ισχύει και για τους μικρούς αριθμούς»⁹². Πάντως ένα γενικότερο συμπέρασμα είναι το γεγονός ότι οι άνθρωποι τείνουν να εξηγούν τυχαία και ανεξάρτητα γεγονότα με βάση την τάξη και την αιτιοκρατία. Αυτό συμβαίνει διότι ο ανθρώπινος νους μέσω του συστήματος 1 δημιουργεί πλαίσια μέσα στα οποία αρέσκεται να συνδέει τα πράγματα για την καλύτερη και γρηγορότερη κατανόησή τους, αποφεύγοντας την επίπονη και συστηματική εργασία του συστήματος 2, όπου αυτό είναι δυνατόν. Δημιουργούνται δηλαδή, ιστορίες αιτιότητας οι οποίες συνδέουν γεγονότα τα οποία είναι αδύνατο να συνδυαστούν πραγματικά λόγω της τυχαίας εμφάνισής τους. Ένα άλλο σημείο που αξίζει να αναφερθεί είναι αυτό της *ευρετικής της διαθεσιμότητας*. Αυτό εξηγεί το γεγονός ότι όταν μπορούμε να αντλήσουμε από την μνήμη μας πολλά περιστατικά σχετικά με ένα θέμα τότε το θεωρούμε πιο πιθανό, από όσο πραγματικά είναι. Πάρτε για παράδειγμα την περίπτωση των διαζυγίων μεταξύ των αστέρων του Χόλλυγουντ. Λόγω του ότι αυτά γίνονται δημοσίως γνωστά μέσω των μέσων μαζικής ενημέρωσης όταν ερωτηθούμε για το ποσοστό τους μένουμε με την εντύπωση ότι είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό των υπόλοιπων ανθρώπων λόγω της ευκολίας με την οποία τα ανασύρουμε στη μνήμη μας, χωρίς να έχουμε στοιχεία για μια πραγματική σύγκριση. Φυσικά, μπορούμε να βρούμε πολλά παρόμοια παραδείγματα και θα είχε ιδιαίτερο ενδιαφέρον να σκεφτούμε πως αυτό επηρεάζει την εικόνα που έχει η κοινωνία για την επιστήμη και τους επιστήμονες καθώς και την εικόνα που έχουν οι ίδιοι για το έργο και την κοινότητά τους. Να σημειώσουμε εδώ πως μέσα από την έρευνα του Kahneman διαπιστώθηκε πως η ευχέρεια της ανάκλησης περιστατικών υπερισχύει του πλήθους τους ως προς το πόσο επηρεάζεται περισσότερο η κρίση μας. Δηλαδή, αν κανείς για ένα θέμα ανασύρει με ευκολία 5 περιστατικά και ερωτηθεί για την γενική τους πιθανότητα θα επηρεαστεί περισσότερο από να βρει περισσότερα μεν αλλά με κοπιαστική προσπάθεια δε. Εκπληκτικό αποτελεί το γεγονός πως όταν για αυτή την ευρετική της διαθεσιμότητας (ευκολία ανάσυρσης στοιχείων) προτείνονται στον ερωτώμενο άσχετοι παράγοντες εξήγησης, όταν τοποθετούνται δηλαδή τα περιστατικά μέσα σε ένα πλαίσιο

⁹² KAHNEMAN, D. 2013. *Σκέψη, αργή και γρήγορη*, μτφ. Παπαδοπούλου, Β., Αθήνα, Κάτοπτρο. σ. 182

κατανόησης, τότε παύουν να επηρεάζουν την κρίση. Προκύπτει λοιπόν ότι «βασικό χαρακτηριστικό του συστήματος 1 είναι η ικανότητά του να ρυθμίζει τις προσδοκίες και να εκπλήσσεται όταν αυτές παραβιάζονται»⁹³. Για να συνοψίσουμε τα παραπάνω θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο κόσμος που έχουμε μέσα στο νου μας, ο οποίος κατασκευάζεται μέσα σε πλαίσια κατανόησης και αιτιότητας και συναισθηματικής εμπλοκής, δεν είναι ο πραγματικός κόσμος που υπάρχει εκεί έξω. Η διαστρέβλωση της πραγματικότητας εξηγείται από την κυριαρχία του συναισθηματικού παράγοντα στα μηνύματα που δεχόμαστε και ο οποίος μεταβάλλει τις προσδοκίες μας σχετικά με την συχνότητα των συμβάντων. Έτσι θα μπορούσε κανείς να υποθέσει πως τέτοιες παρόμοιες στρεβλώσεις συμβαίνουν και σχετικά με τις προσδοκίες, την εκτιμήσεις και τις κρίσεις σχετικά με τα τεχνολογικά και επιστημονικά επιτεύγματα και την επιστημονική πρακτική και από την πλευρά της επιστημονικής και τεχνολογικής κοινότητας, την μεριά των ειδημόνων, αλλά και από την μεριά της κοινωνίας, δηλαδή του υπόλοιπου κόσμου. Τα παραπάνω στοιχεία λοιπόν, ίσως βοηθήσουν να κατανοήσουμε καλύτερα τον επιστήμονα ως άνθρωπο αλλά και να δημιουργήσουν ένα συμπληρωματικό θεμέλιο για την μελέτη της επιστήμης και της τεχνολογίας σε συνδυασμό με τις κοινωνικές, πολιτικές, ψυχολογικές και οικονομικές δομές.

2.4. Είναι η αντικειμενικότητα αυτοσκοπός; Προς αναζήτηση μιας νέας ολιστικής προσέγγισης της επιστήμης

Η σύνδεση της έννοιας της αντικειμενικότητας με εκείνη της επιστήμης είναι ένα θέμα που απασχόλησε και απασχολεί ακόμη την γενικότερη συζήτηση που γίνεται. Για την ακρίβεια η αντικειμενικότητα είναι ένα από τα πρώτα και πιο πολυδιαφημισμένα χαρακτηριστικά της επιστήμης που θα έφερνε κανείς στο νου του. Σε τι ακριβώς συνίσταται όμως αυτή η αντικειμενικότητα; Έχει να κάνει με τις θεωρίες που διατυπώνονται ή μήπως με

⁹³ KAHNEMAN, D. 2013. *Σκέψη, αργή και γρήγορη*, μτφ. Παπαδοπούλου, Β., Αθήνα, Κάτοπτρο. σ. 216

την επιστημονική πρακτική ή και με τα δύο; Έχει πραγματικά νόημα να υπερασπιστεί κανείς μια τέτοια έννοια ή μέσα από το όλο της επιστημονικής διεργασίας οι ισορροπίες επέρχονται ούτως ή άλλως κάνοντας περιττή την περαιτέρω συζήτηση του θέματος; Σίγουρα η απάντηση δεν είναι απλή και υπερβαίνει τον σκοπό αυτής της εργασίας. Ας δούμε όμως μερικές πλευρές του ζητήματος που ίσως βοηθήσουν σε μια περαιτέρω ανάλυση. Όπως αναφέραμε και προηγουμένως ο επιστήμονας καθώς εμπλέκεται μέσα στην όλη διαδικασία δεν είναι δυνατόν να αποβάλλει τους ανθρώπινους παράγοντες που τον διέπουν. Από την άλλη, η αλήθεια την οποία αναζητούν οι επιστήμονες πρέπει να είναι κοινή και να είναι αυτή που αντικειμενικά αντιστοιχεί στους φυσικούς νόμους και στον τρόπο λειτουργίας των πραγμάτων. Ακόμα κι έτσι τα πράγματα δεν είναι ακόμη τόσο ξεκάθαρα για να υπάρχει ένας συγκεκριμένος τρόπος να επαληθευτεί το σωστό από το επισφαλές. Η μέτρηση για τον επιστήμονα αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο και είναι γεγονός ότι μέσα από την πρακτική της αντιστοίχισης των φυσικών φαινομένων σε έννοιες που επιδέχονται ποσοτικό προσδιορισμό, όπως το ηλεκτρικό φορτίο, τα χημικά βάρη των στοιχείων και πολλά άλλα παρόμοια μεγέθη γίνεται εφικτό να μπει μια τάξη στον τρόπο σκέψης και στην διατύπωση των θεωριών. Μάλιστα, μέσα από αυτήν την σκοπιά θα μπορούσαμε να βρούμε πολλά ιστορικά παραδείγματα όπου η επιστήμη εξελίχθηκε από την αθόρυβη δουλειά των επιστημόνων στην διατύπωση και καταγραφή ποσοτικών εννοιών. Ο Βρετανός William Thomson (1824–1907), γνωστός ως Kelvin, αναφέρθηκε σε αυτό το ζήτημα λέγοντας πως «στην επιστήμη, ένα απαραίτητο βήμα ώστε να ισχυρισθούμε ότι γνωρίζουμε κάτι για οποιοδήποτε θέμα είναι να διατυπώσουμε αρχές αριθμητικού υπολογισμού και μέσω των πειραμάτων να μετρήσουμε ποιοτικά στοιχεία που συνδέονται με τους αριθμούς. Λέω συχνά πως όταν μπορείς να μετρήσεις αυτό για το οποίο αναφέρεσαι τότε γνωρίζεις όντως κάτι για εκείνο»⁹⁴. Παρότι είναι όντως αναγκαίο να μπορούν τα επιστημονικά δεδομένα να μπαίνουν σε τάξη

⁹⁴ Αυτή η γνωστή δήλωση του Kelvin συμπεριλαμβάνεται σε μια σειρά διαλέξεων που έδωσε σχετικά με τις μονάδες μέτρησης στον ηλεκτρισμό.

Sir Thomson, W. 1889. *Popular Lectures and Addresses*, London, MacMillan and CO. σ. 73

Το βιβλίο είναι επίσης διαθέσιμο στον διαδικτυακό τόπο:

<https://archive.org/stream/popularlecturesa01kelvuoft#page/n7/mode/2up> (2/2015)

αλλά και να κατανοούνται μέσα από την σχέση με αριθμούς, αυτή η σκοπιά δεν μπορεί να αποτελεί μια επαρκή εξήγηση του συνολικού φαινομένου της επιστήμης. Χρειάζεται μια πολύ χαλαρότερη προσέγγιση, ένα πιο ανοιχτό πλαίσιο, ώστε να εμπεριέχει όλους τους σημαντικούς παράγοντες. Θα ήταν τεράστια στέρση ελευθερίας και ελεύθερης βούλησης να πρέπει ο επιστήμονας να λειτουργεί σε κάθε επιστημονικό του βήμα ως υπηρέτης των αριθμών. Αυτό ίσως θα έβαζε σε κίνδυνο την ίδια την εξέλιξη της επιστήμης καθώς θα τοποθετούσε σημαντικά φράγματα στις διαδικασίες εκείνες που χρειάζονται την δημιουργική και πρωτότυπη σκέψη, θα περιόριζε τις τυχαίες ανακαλύψεις μέσα από τον γενικό πειραματισμό και θα περιόριζε γενικώς τις ελευθερίες του κάθε επιστήμονα μέσω των οποίων προσπαθεί να φτάσει σε χειροπιαστά αποτελέσματα. Αυτά τα στοιχεία υπάρχουν μέσα στην επιστημονική διαδικασία αλλά είναι κάπως αφανή, δηλαδή δεν είναι αυτά που προβάλλονται στο πρώτο πλάνο από τα αποτελέσματα των επιστημονικών δημοσιεύσεων. Όπως σωστά επισημαίνει ο Holton⁹⁵ είναι απαραίτητος ο διαχωρισμός της επιστήμης σε ιδιωτική και δημόσια από την σκοπιά του επιστήμονα και του τρόπου που λειτουργεί μέσα στην συνολική διαδικασία παραγωγής έργου. Δηλαδή, διαχωρίζεται η διαδικασία κατά την οποία ο επιστήμονας αναζητάει τη λύση σε ένα πρόβλημα έχοντας την αισθήσεις του σε εγρήγορση και επιστρατευμένες όλες του τις νοητικές δυνάμεις και ικανότητες από εκείνη την διαδικασία κατά την οποία συμμαζεύει τα αποτελέσματα και τις ανακαλύψεις του κάνοντάς τα διαθέσιμα στην υπόλοιπη κοινότητα. Αυτή η ιδέα περιγράφεται έξοχα στην φράση «Η συγγραφή λίγων κομψών παραγράφων μπορεί να προϋποθέτει μια εξαιρετικά περίπλοκη και συχνά άγωνα προσπάθεια, ακριβώς όπως στην περίπτωση ενός γλύπτη που πρέπει να απομακρύνει τα εργαλεία του και την άχαρη σκαλωσιά προτού αποκαλύψει το έργο του»⁹⁶. Το σίγουρο είναι πως η επιστήμη αναπτύσσεται και προοδεύει συνεχώς. Άρα, όλος αυτός ο συνδυασμός των διαφορετικών ιδιωτικών επιστημονικών μονάδων συνιστά ένα σύνολο, μια δομή, που αυτορρυθμίζεται. Αυτό σημαίνει πως οι καλύτερες ιδέες και θεωρίες επιβιώνουν μέσα στον ισχυρό ανταγωνισμό και η αντικειμενικότητα τελικά

⁹⁵ HOLTON, G. J. & BRUSH, S. G. 2002. *Εισαγωγή στις έννοιες και τις θεωρίες της φυσικής επιστήμης*, μτφ. Μαρκολέφας, Η., Σκουρλά, Λ., Αθήνα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.. σ. 239

⁹⁶ Ό.π, σ. 240

εξασφαλίζεται μέσα από την πάροδο του χρόνου και καθώς οι διάφορες έννοιες που προτείνονται κατασταλάζουν και αποσαφηνίζονται μέσα στο όλο. Μέσα από τις μετρήσεις και τα πειράματα που μπορούν να επαναληφθούν οι επιστήμονες, χωρίς να χρειάζεται να έχουν τις ίδιες θεωρητικές ή φιλοσοφικές πεποιθήσεις, θέτουν έναν πλαίσιο πάνω στο οποίο μπορούν να συμφωνούν με αντικειμενικό τρόπο. Όλη η προηγούμενη αποκτημένη γνώση είναι η βάση κάθε νέας επιστημονικής αναζήτησης, όπου πάνω σε αυτήν την βάση αρχίζει εκ νέου ο αγώνας για την ανακάλυψη, την αναζήτηση κτλ επιφορτισμένες με τα ατομικά χαρακτηριστικά του κάθε επιστήμονα καθώς και τις ανθρώπινες πλευρές και αντιλήψεις του. Μόλις αυτή η νέα γνώση τεθεί υπό την κρίση της υπόλοιπης κοινότητας και υιοθετηθεί παίρνει κι αυτή με αργά βήματα την θέση της πλάι στην υπόλοιπη θεσμοθετημένη γνώση. Μια ολιστική προσέγγιση της επιστήμης θα πρέπει να περιλαμβάνει όλα αυτό το τεράστιο εύρος στοιχείων και εννοιών, από την ξερή και αυστηρή μέτρηση μέχρι τα συναισθήματα, τις προσωπικές θεωρήσεις και τη διάθεση πειραματισμού, προπάντων όμως την έννοια της ελευθερίας στο επίπεδο της σκέψης. Κανείς επιστήμονας δεν μπορεί να γνωρίζει με βεβαιότητα αν το έργο του θα αποτελεί ή όχι χρήσιμο κομμάτι της μελλοντικής επιστήμης.

3. Ιστορική και επιστημολογική σχέση τεχνολογίας και επιστήμης

Στα προηγούμενα εδάφια τοποθετήσαμε την τεχνολογία και την επιστήμη σε ένα ιστορικό, φιλοσοφικό και κοινωνικό πλαίσιο και αναλύσαμε διάφορες πτυχές τους. Σε αυτό το κεφάλαιο θα επικεντρωθούμε στις σχέσεις τεχνολογίας και επιστήμης σε ιστορικό και επιστημολογικό επίπεδο, ώστε να δείξουμε όσο το δυνατόν πιο ολοκληρωμένα το αν αυτές αλληλεπιδρούν και με ποιους τρόπους. Οι αλληλεπιδράσεις αυτές είναι δυνατό να αναζητηθούν σε όλες τις ιστορικές φάσεις, αν και η εποχή της σύγχρονης επιστημονικής θεμελίωσης, από την εποχή του Γαλιλαίου και μετά, ίσως είναι πιο πρόσφορη για την ανάδειξη τέτοιων σχέσεων. Η ιστορική πορεία της επιστήμης και της τεχνολογίας αλλά και οι τρόποι που κατανοούμε αυτές τις δύο πολύπλευρες έννοιες αλληλοσυμπληρώνονται και στην πραγματικότητα δεν χρειάζονται διαχωρισμό. Δηλαδή, η κάθε ιστορική εποχή θέτει τα δικά της πλαίσια κατανόησης, έχει τις ερμηνείες της και τα δικά της επιτεύγματα, προτεραιότητες και ανάγκες, αλλά και τους δικούς της αξιοποιήσιμους πόρους, την δική της κοινωνική συνοχή. Αντίστροφα όλα τα προηγούμενα προσδιορίζουν με ακρίβεια μια δεδομένη ιστορική εποχή. Επίσης, η τεχνολογία και η επιστήμη, αποτελούν κομμάτι όλου αυτού του δικτύου ιδεών και αξιών που λειτουργούν στην εκάστοτε κοινωνία για μια δεδομένη χρονική περίοδο. Αυτό συνεπάγεται πως τα συμπεράσματα που εξάγει κανείς μπορεί να ποικίλουν δραματικά αναφορικά με την υπό μελέτη κοινωνική δομή, ακόμα και στον ίδιο ιστορικό χρόνο. Κοντολογίς, ακόμα και στις μέρες μας, αυτές του πλήρους τεχνολογικοποιημένου δυτικού πολιτισμού, υπάρχουν κοινωνίες οι οποίες δεν χρησιμοποιούν την γραφή ή εν πάση περιπτώσει ζουν σε συνθήκες δραματικά διαφορετικές από τον σύγχρονο πολιτισμό. Δεν χρειάζεται παρόλα αυτά να σταθούμε πολύ σε τέτοια παραδείγματα, τα οποία ενδεχομένως θα είχαν κάποια αξία για την καλύτερη κατανόηση της ιστορίας του πολιτισμού ή άλλων κοινωνιολογικών θεωριών, αλλά θα ακολουθήσουμε την ιστορική και κοινωνική εξέλιξη του πολιτισμένου

κόσμου ώστε να φανούν μέσα αυτήν οι επιθυμητές σχέσεις τεχνολογίας και επιστήμης.

3.1. Οι μεγάλες τεχνολογικές εφευρέσεις ως κινητήριοις δυνάμεις της επιστήμης

3.1.1. Η ανακάλυψη της φωτιάς

Η σημαντικότερη κληρονομιά που άφησαν τα πρώιμα ανθρωποειδή στον *Homo sapiens* είναι κατά πάσα πιθανότητα η κυριαρχία επί της φωτιάς. Φυσικά η χρήση της και τα αποτελέσματά της στην παλαιολιθική και προϊστορική περίοδο δεν συνδέονται με κάποια «επιστημονική» θεωρία, όμως χρειάζεται να παρατηρήσουμε τα πρώτα βήματα ώστε να τεθούν τα θεμέλια, νοητικά, ανθρωπολογικά, κοινωνικά και ούτε καθεξής, ώστε να γίνει δυνατή η σύλληψη της επιστήμης. Καταρχήν, χωρίς τη χρήση της φωτιάς ως αμυντικού εργαλείου είναι πιθανόν το ανθρώπινο είδος να μην είχε καν επιβιώσει. Ο Δαρβίνος αναφέρει πως «η ανακάλυψη της φωτιάς, πιθανώς η μεγαλύτερη του ανθρώπινου είδους μετά από αυτή της ανακάλυψης της γλώσσας, χρονολογείται πριν την αυγή της ιστορίας»⁹⁷. Ύστερα, μέσω της παρατήρησης της δημιουργίας φωτιάς από την ίδια την φύση καθώς και μέσω της παρατήρησης των αποτελεσμάτων της, ο άνθρωπος κέρδισε σημαντική και ανεκτίμητη γνώση η οποία οδήγησε στην διαφοροποίησή του από τα υπόλοιπα είδη. Η νέα βλάστηση των φυτών μέσα από τις φυσικές πυρκαγιές, οι οποίες μάλιστα ανανεώνουν την φύση, όπως και η αντίδραση των υπόλοιπων ζώων αλλά και η γεύση τους ύστερα από ένα καλό ψήσιμο, ήταν φαινόμενα που παρατηρήθηκαν και αξιοποιήθηκαν σε ένα βαθμό. Ίσως από μια τέτοια παρατήρηση να ανακαλύφθηκε η ιδέα της μαγειρεμένης τροφής και ειδικά του κρέατος το οποίο συνέβαλε στην ανάπτυξη του εγκεφάλου των πρώτων ανθρώπων. Η ανάγκη λοιπόν να κρατηθεί αυτή η τόσο πολύτιμη φωτιά ζωντανή ήταν αυτή που άρχισε να οργανώνει τις πρώτες ομάδες οι οποίες συγκεντρώνονταν γύρω από

⁹⁷ DARWIN, C. 1989. *The descent of man, and selection in relation to sex*, New York, New York University Press. σ. 49

την φωτιά, αποκτώντας μια πρώτη αίσθηση για ένα σταθερό σημείο και ένα σπίτι. Δεν θα ήταν υπερβολή μάλιστα να σκεφτούμε ότι ο λόγος των ανθρώπινων μετακινήσεων, σε αντίθεση με τα άλλα ζώα, ίσως ήταν η αναζήτηση φωτιάς, δεδομένου ότι η γνώση για την εκούσια δημιουργία της μέσω της τριβής επήλθε πολύ αργότερα. Η ύψιστη δημιουργία του ανθρώπινου είδους, αυτή της γλώσσας ως μορφή επικοινωνίας, πιθανώς να επηρεάστηκε από την χρήση της φωτιάς και την ανακάλυψη της συντήρησής της με υλικά της φύσης όπως τα ξύλα. Λογικό είναι λοιπόν, οι άνθρωποι να μαζεύονταν γύρω από την άσβεστη φωτιά μέσα στις σπηλιές τους οπότε και αυτό συνέβαλλε στην ανάπτυξη πιο πολύπλοκων μορφών επικοινωνίας και σε μια πιο ευρεία εκδήλωση συναισθημάτων σε σχέση με τα υπόλοιπα άγρια ζώα. Δύσκολα θα μπορούσε να πιστέψει κανείς ότι η γλώσσα και οι πρώτες λέξεις εμφανίστηκαν λόγω της πρωταρχικής ανάγκης της σίτισης δηλαδή κατά την διάρκεια του κυνηγιού. Το κυνήγι απαιτεί ησυχία, συγκέντρωση και είναι μια επικίνδυνη δραστηριότητα που δεν σου αφήνει χώρο για άλλες σκέψεις. Σε αντίθεση με αυτό, η θαλπωρή δίπλα στην φωτιά φαντάζει ο ιδανικός χώρος και χρόνος για την ανάπτυξη τέτοιων δεξιοτήτων, όπως η γλώσσα, και η μουσική, δραστηριότητες που καταδεικνύουν τις μεγάλες διαφορές του ανθρώπινου είδους από τα υπόλοιπα ζώα. Τέλος, το γεγονός ότι η καύση μπορεί να μετασχηματίσει την ύλη, τη συνδέει άρρηκτα με την επιστήμη στην οποία η έννοια του μετασχηματισμού κατέχει θεμελιώδη θέση. Σπέρματα αυτής της ιδιότητας ίσως έγιναν φανερά μέσω των παρατηρήσεων αυτών των μετασχηματισμών από τον πρώτο άνθρωπο. Το μαγείρεμα της τροφής, η καύση του ξύλου και άλλων υλικών καθώς και η χρήση της φωτιάς στην αγγειοπλαστική είναι μόνο μερικά από τα παραδείγματα που εμπεριέχουν την έννοια του μετασχηματισμού της φύσης.

3.1.2. Η ανάπτυξη της μεταλλουργίας και της κεραμικής τέχνης

Με την ανακάλυψη της γεωργίας, η ανάγκη για την αποθήκευση των παραγόμενων προϊόντων συνέβαλε στην ανακάλυψη της κεραμικής και της αγγειοπλαστικής. Η χρήση άλλων υλικών για την κατασκευή δοχείων, όπως το ξύλο ή η πέτρα, προηγήθηκε από αυτήν του πηλού αλλά μόνο στην

περίπτωση του τελευταίου είχαμε μια σημαντική διεύρυνση στους τρόπους χρήσεις και μια μεγάλη αύξηση της παραγωγής. Από επιστημονική πλευρά έχουμε να κάνουμε και πάλι με μια μη αναστρέψιμη διαδικασία, δηλαδή την μεταβολή του πηλού μέσω της φωτιάς σε μια στέρεη και σκληρή ύλη, η οποία προκύπτει από χημικές διεργασίες και μετασχηματισμούς της ύλης μέσω της φωτιάς και της θερμότητας. Μάλιστα, η ανάγκη για όλο και μεγαλύτερη αύξηση των θερμοκρασιών επεξεργασίας οδήγησε και στην εφεύρεση πιο εξελιγμένων φούρνων κεραμικής και μεταλλουργίας. Μολαταύτα, ίσως η μεγαλύτερη συνεισφορά της κεραμικής να αποτελεί η ανακάλυψη και η εδραίωση του βρασμού και κατ' επέκταση της τήξης διάφορων υλικών. Αυτή η γνώση σαφώς και αποτελεί σημαντική παρακαταθήκη για την μετέπειτα επιστημονική θεώρηση και εξήγηση των φυσικών φαινομένων.

Η ανακάλυψη της κεραμικής λοιπόν, ως τεχνολογικό επίτευγμα, οδηγεί με την σειρά της στην ανάπτυξη της μεταλλουργίας όπου αξιοποιούνται και βελτιώνονται οι τεχνικές χρήσης της φωτιάς και της θερμότητας. Σε αντίθεση με τον πυλό, ο οποίος μέσω της θερμότητας παίρνει μη αναστρέψιμη μορφή, τα μέταλλα μπορούν να αναθερμανθούν στο σημείο τήξης και να πάρουν νέα σχήματα ή ακόμα και να επαναχρησιμοποιηθούν με άλλο τρόπο. Επίσης, το διαφορετικό σημείο τήξης των διάφορων μετάλλων καθώς και τα κράματα που δημιουργήθηκαν από προσμίξεις μετάλλων, λογικά θα αποτέλεσε σημείο παρατήρησης, προσθέτοντας ένα ακόμα λιθαράκι στην γνώση και κατανόηση του περιβάλλοντος κόσμου. Επιπροσθέτως, το γεγονός πως τα μέταλλα ποτέ δεν βρίσκονται σε καθαρή μορφή αλλά υπάρχουν μέσα σε ένα ορυκτό μείγμα υποδηλώνει την δυσκολία που υπάρχει στην παρασκευή τους και άρα την ανώτερη τεχνολογική και τεχνική κατάρτιση που απαιτείται. Υπό αυτό το πρίσμα, η ανακάλυψη και η χρήση μετάλλων όπως ο χαλκός, μπρούτζος, σίδηρος, χρυσός κλπ. θέτει τις βάσεις για τις απαρχές του πολιτισμένου κόσμου.

3.1.3. Το τηλεσκόπιο και το μικροσκόπιο

Η εξέλιξη της οπτικής στη φυσική άρχισε να φανερώνει νέες πτυχές της φύσης του φωτός και του τρόπους κατανόησής του. Οι αστρονόμοι του 16^{ου} αιώνα όπως ο Kepler, ο Copernicus και ο Tycho Brahe, άλλα και οι προκάτοχοί τους, θεωρούσαν το φως ως κάτι το δεδομένο. Η μεγάλη επιστημονική αλλαγή λοιπόν, που έλαβε χώρα κατά την διάρκεια του 17^{ου} αιώνα και έπειτα, έγκειται στο γεγονός ότι το φως καθεαυτό θεωρήθηκε ως αντικείμενο ανεξάρτητης έρευνας. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι το φως, συνδυασμένο με την αίσθηση της όρασης, είναι κάτι το οποίο ο άνθρωπος λογικά θα άρχισε να παρατηρεί από την αρχή της εμφάνισής του. Αυτό σημαίνει ότι μια σημαντική παράμετρος κατανόησης του κόσμου του, άρα και της επιστημονικής και φιλοσοφικής κατανόησης, είναι λογικό να επηρεάστηκε από τον τρόπο που η αίσθηση της όρασης συνελάμβανε τον κόσμο. Με βάση τα παραπάνω, η ανάπτυξη των τηλεσκοπίων καθώς και των μικροσκοπίων θα πρέπει να αποτέλεσε μια πραγματική επανάσταση με την έννοια ότι άρχισε να γίνεται πλέον κατανοητό πως οι ανθρώπινες αισθήσεις δεν ήταν ικανές να συλλάβουν, στην πλήρη του έκταση, τον μικρόκοσμο και τον μακρόκοσμο. Φυσικά, τα επιστημονικά επιτεύγματα του 19^{ου} και 20^{ου} αιώνα σε αυτούς τους τομείς, δηλαδή στον μικρόκοσμο και τον μακρόκοσμο, αποκάλυψαν φαινόμενα τα οποία όχι μόνο δεν μπορεί να συλλάβει η ανθρώπινη όραση και οι άλλες αισθήσεις, αλλά που είναι σχεδόν ακατόρθωτο έως αδύνατο να παρασταθούν ως εικόνες. Ο Γαλιλαίος ήταν αυτός που άνοιξε νέους δρόμους στην αστρονομία στρέφοντας το τηλεσκόπιό του προς τους ουραμούς. Είναι γεγονός πως η μεγέθυνση αντικειμένων μέσω φακών ήταν γνωστή και πριν από αυτόν, αλλά δεν είχε χρησιμοποιηθεί με αυτόν τον τρόπο. Οι ανακαλύψεις του Γαλιλαίου άνοιξαν νέους δρόμους όχι μόνο στην αστρονομία αλλά επηρέασαν και τις προϋπάρχουσες φιλοσοφικές θεωρίες θέτοντας στο επίκεντρο την επιστημονική παρατήρηση και το πείραμα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα προς αυτή την κατεύθυνση είναι η ανακάλυψη των μελανών κηλίδων του ηλίου αλλά και ο τρόπος που αντέδρασε μεγάλο μέρος του επιστημονικού και φιλοσοφικού

κόσμου. Όπως αναφέρει ο Sharin «Η ορθόδοξη άποψη, από την αρχαιότητα ως την εποχή του Γαλιλαίου, πρέσβευε ότι η φύση και οι αρχές των ουράνιων σωμάτων είχαν διαφορετικές φυσικές αρχές. [...] Υπό αυτές τις συνθήκες, δεν ήταν δυνατόν να διανοηθεί κανείς ότι ο Ήλιος είχε κηλίδες ή ακαθαρσίες.»⁹⁸.

Στον αντίποδα του μακρόκοσμου βρίσκεται ο μικρόκοσμος, η εξέταση του οποίου έγινε δυνατή με την ανάπτυξη των μικροσκοπίων. Το 1583 ο Ιταλός φυσικός Girolamo Fracastoro έγραψε πως «Αν κανείς κοιτάξει μέσα από δύο κομμάτια γυαλί, επιθέτοντας το ένα στο άλλο, τότε όλα θα φαίνονται πολύ μεγαλύτερα».⁹⁹ Η εξέλιξη λοιπόν του μεγεθυντικού φακού κατέληξε στο οπτικό μικροσκόπιο το οποίο έπαιξε κεντρικό ρόλο στην ανάπτυξη της βοτανολογίας και της βιολογίας. Ο φυσικός φιλόσοφος Robert Hooke, χρησιμοποιώντας ένα μονοφθάλμιο μικροσκόπιο του 17^{ου} αιώνα, δημοσίευσε μια μελέτη με τίτλο “*Micrographia*” όπου απεικονίζονταν διάφορα συνήθη αντικείμενα καθώς και έντομα σε μεγάλη μεγέθυνση. Σημαντικό αποτελεί το γεγονός πως μέσα σε αυτή την μελέτη ο Hooke επινόησε τον όρο cell, δηλαδή το κύτταρο, του οποίου η μελέτη θα παίξει ένα καθοριστικό ρόλο στην κατανόηση των βασικών συστατικών της ζωής. Παράλληλα, μέσω της χρήσης του μικροσκοπίου από τον Antonie van Leeuwenhoek γίνεται η ανακάλυψη των πρωτόζωων, των βακτηρίων και των μικροβίων κι έτσι εμφανίζεται η επιστήμη της μικροβιολογίας.

3.1.4. Τυπογραφία, ηλεκτρονικοί υπολογιστές και διαδίκτυο

Η τυπογραφία αποτελεί ουσιαστικά ανακάλυψη των Κινέζων της αρχαιότητας (2^{ος} αιώνας π.Χ), εποχή κατά την οποία επίσης ανακαλύφθηκε το χαρτί ως μέσο εκτύπωσης αλλά και το μελάνι. Η εξάπλωση του Βουδισμού είχε ως αποτέλεσμα να αναζητηθούν μηχανικοί τρόποι για την εκτύπωση των προσευχών και των ιερών κειμένων τους οπότε και δημιουργήθηκαν επιφάνειες, κυρίως ξύλινες, οι οποίες ήταν λαξευμένες με

⁹⁸ SHAPIN, S. 2003. *Η Επιστημονική Επανάσταση*, μτφ. Καρκάνης, Η., Κάτροπτρο, Αθήνα. σ. 42

⁹⁹ microscope. 2015. *Encyclopædia Britannica Online*. διαθέσιμο στο:

<http://www.britannica.com/technology/microscope> (25/8/15)

διάφορα κείμενα. Αυτές οι επιφάνειες αφού εμποτίζονταν με το μελάνι, πιέζονταν πάνω στο χαρτί ώστε να αφήσουν το αποτύπωμά τους. Πάντως, άλλοι λαοί της αρχαιότητας όπως οι Αιγύπτιοι, οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι αντέγραφαν τα κείμενα με το χέρι. Άλλη μέθοδος που αργότερα χρησιμοποίησαν οι Κινέζοι ήταν αυτή των σφραγίδων, δηλαδή κάποια ξύλινα ή μεταλλικά στοιχεία πάνω στα οποία ήταν χαραγμένα τα κατάλληλα γράμματα, οι οποίες πιέζονταν ταυτόχρονα στη σειρά για να εμφανιστεί το επιθυμητό κείμενο. Παρ'όλα αυτά, η χρήση της τυπογραφίας σε αυτόν τον πολιτισμό δεν έτυχε της απαιτούμενης τεχνολογικής ανάπτυξης και καινοτομίας για να αποτελέσει μια πραγματικά μεγάλη αλλαγή στον κόσμο, πράγμα που συνέβη στην Ευρώπη του 15^{ου} αιώνα. Ο Johannes Gutenberg (1398–1468), αποκαλούμενος και ως «πατέρας της τυπογραφίας», κατάφερε να συνδυάσει τα διάφορα στοιχεία που έκαναν δυνατή την μαζική εκτύπωση, δηλαδή τις σφραγίδες και τις μήτρες, τον γραφίτη, καθώς και την μηχανή τυπογραφίας, μια εφεύρεση που αποδίδεται σε αυτόν. Η σύλληψη αυτή, της τυπογραφίας στο σύνολό της, αποτελεί μια σπουδαία τεχνολογική ανακάλυψη η οποία επηρέασε σημαντικά την κοινωνική και επιστημονική πρόοδο και προετοίμασε το έδαφος για την έλευση της Αναγέννησης στην Ευρώπη. Μέχρι τότε η αντιγραφή των βιβλίων με το χέρι αποτελούσε μια χρονοβόρα και πολυδάπανη πρακτική την οποία ασκούσαν κυρίως μοναχοί σε διάφορα μοναστήρια. Κατά συνέπεια, η πρόσβαση στις πληροφορίες και στα κείμενα καθώς και ο έλεγχος της γνώσης αποτελούσε, κατά κύριο λόγο, προνόμιο των ανώτερων κοινωνικών τάξεων. Με την εξάπλωση της τυπογραφίας αυτή η κατάσταση σταδιακά άλλαξε με όλο και μεγαλύτερα στρώματα να αποκτούν πρόσβαση στην γνώση, γεγονός που οδήγησε στην μεγάλη λογοτεχνική και επιστημονική άνθιση των επόμενων χρόνων και ιδίως του 16^{ου} και 17^{ου} αιώνα. Αρκεί να αναλογιστεί κανείς πως το δεύτερο μισό του 15^{ου} αιώνα τυπώθηκαν περί τα 6000 έργα σε 10 εκατομμύρια αντίτυπα, τα λεγόμενα «αρχέτυπα». Συν της άλλης, η στροφή του ευρωπαϊκού κόσμου κατά την περίοδο της Αναγέννησης στην κλασική ελληνική και ρωμαϊκή αρχαιότητα έχει επίσης να κάνει με την ευρύτερη διάδοση των έργων εκείνης της εποχής μέσω της τυπογραφίας.



Εικόνα 12. Η λατινική βίβλος του Gutenberg, ένα από τα αριστουργήματα της τυπογραφίας.

(Πηγή:

https://el.wikipedia.org/wiki/Τυπογραφία#/media/File:Gutenberg_Bible,_Lenox_Copy,_New_York_Public_Library,_2009._Pic_01.jpg) (22/2/15)

Γίνεται λοιπόν φανερό πως η τυπογραφία ενισχύει σε μεγάλο βαθμό μια σημαντική παράμετρο της επιστημονικής πρακτικής, την διάδοση της γνώσης. Αυτό έχει ως συνέπεια την πιο γρήγορη και εύκολη ανταλλαγή ιδεών μεταξύ των διάφορων επιστημονικών κύκλων, τον καλύτερο έλεγχο και την επαλήθευση των αποτελεσμάτων καθώς και την γενικότερη κοινωνική πρόοδο στον τομέα της παιδείας και της μόρφωσης, παράγοντα απαραίτητα στην εξέλιξη της επιστήμης. Αυτή η διαδικασία της διάδοσης της γνώσης έλαβε πραγματικά εκρηκτικές διαστάσεις με την ανακάλυψη των ηλεκτρονικών υπολογιστών και του διαδικτύου στον 20^ο αιώνα. Πλέον η επιστημονική κοινότητα όχι απλά ανταλλάζει ιδέες, αποτελέσματα κλπ. αλλά βρίσκεται διαρκώς συνδεδεμένη ανεξαρτήτως τοποθεσίας. Η επιρροή της τεχνολογικής καινοτομίας που ονομάζεται ηλεκτρονικός υπολογιστής προφανώς και δεν εξαντλείται στην ανταλλαγή και διάδοση πληροφοριών. Πρόκειται για μια ανακάλυψη που άλλαξε άρδην πολλές πτυχές την επιστημονικής πρακτικής, έκανε δυνατή την επεξεργασία πολύπλοκων επιστημονικών δεδομένων, άλλαξε τον τρόπο διατήρησης και αρχειοθέτησης των πληροφοριών και γενικώς επέδρασε δραστικά πάνω σε όλη την κοινωνική δομή. Ο συνδυασμός δε των ηλεκτρονικών υπολογιστών με το διαδίκτυο έφερε τον κόσμο μας σε μια εντελώς νέα εποχή, αυτή της πληροφορίας.

3.1.5. Άλλες αξιοσημείωτες τεχνολογικές εφευρέσεις

Η βαλλιστική τεχνολογία, ιδιαίτερα αυτή σχετικά με τα πυραυλικά συστήματα, είναι ένα ακόμα παράδειγμα του πως η τεχνολογική πρόοδος επηρεάζει την επιστημονική. Η δεκαετία πριν τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο αποτελεί σημείο καμπής για την ανάπτυξη πυραύλων μεγάλης εμβέλειας με χρήση υγρών καυσίμων, μια μελέτη που έφερε σε πέρας ο γερμανός μηχανικός Wernher von Braun (1912–1977). Παρότι η αρχική τους χρήση περιορίστηκε στην ενδυνάμωση της πολεμικής μηχανής του Hitler, προκαλώντας μάλιστα μεγάλες καταστροφές, ο οραματισμός του εφευρέτη τους ήταν να χρησιμοποιηθούν για να γίνει εφικτή η εξερεύνηση του διαστήματος και των πλανητών. Αυτό δεν άργησε να συμβεί κρίνοντας από τις μεγάλες επιτυχίες που έλαβαν χώρα την δεκαετία του 50' και 60' στον τομέα αυτό· επιτυχίες που βασίστηκαν πάνω στις τεχνολογικές καινοτομίες του von Braun.

Ποιά είναι όμως η συνεισφορά αυτής της τεχνολογικής ανακάλυψης στην επιστήμη; Η απάντηση βρίσκεται κατά μεγάλο μέρος στην σύσταση της γήινης ατμόσφαιρας. Όπως αναφέρει ο καθηγητής αστρονομίας του Harvard, Fred Whipple, «κοιτάζοντας το σύμπαν μέσα από ένα επίγειο τηλεσκόπιο είναι σαν να κοιτάμε μέσα από ένα βρώμικο παράθυρο ενός υπογείου»¹⁰⁰. Αυτή η κατάσταση βελτιώνεται εάν η παρατήρηση γίνει από ένα ψηλό όρος όπου η ατμόσφαιρα είναι σαφώς πιο καθαρή και διαυγής. Αν όμως η παρατήρηση γίνει από το διάστημα, όπως με το τηλεσκόπιο Hubble¹⁰¹, τότε έχουμε να κάνουμε με ένα πεντακάθαρο παράθυρο προς τον κόσμο. Οι μετρήσεις που κατέστησαν εφικτές από το διάστημα, όπως η κοσμική και υπεριώδης ακτινοβολία, η θερμοκρασία η πίεση και η σύσταση της ατμόσφαιρας στα υψηλότερα στρώματα κλπ. έδωσαν νέα ώθηση στους αντίστοιχους τομείς της φυσικής και αύξησαν τον πλούτο των διαθέσιμων επιστημονικών πληροφοριών.

¹⁰⁰ E. Stuhlinger and F.I. Ordway. 1994. *Wernher von Braun*, Krieger Publishing Company, σ. 226

¹⁰¹ Αυτό το τηλεσκόπιο τέθηκε σε τροχιά γύρω από την γη το 1990 και παραμένει ακόμα ενεργό. Οι πολύ υψηλής ευκρίνειας εικόνες που τράβηξε οδήγησαν σε ριζοσπαστικές ανακαλύψεις στην αστροφυσική, όπως ο προσδιορισμός του ρυθμού διαστολής του σύμπαντος.

3.2. Η φιλοσοφική σχέση επιστήμης και τεχνολογίας

Η φιλοσοφία της τεχνολογίας άνθισε ιδιαιτέρως τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες, γεγονός που την καθιστά νέο κλάδο της φιλοσοφίας. Αρκεί μόνο να αναλογιστούμε πως οι φιλοσοφικές αναζητήσεις στα πεδία της ηθικής και της μεταφυσικής καλύπτουν μία χρονική περίοδο πάνω από 2500 χρόνια. Από την άλλη πλευρά, η φιλοσοφία της σύγχρονης επιστήμης αναπτύσσεται παράλληλα με την νέα επιστήμη, αυτή του 16^{ου} αιώνα και εντεύθεν. Κατά παράδοση η επιστήμη και η τεχνολογία αποτελούσαν δύο δραστηριότητες με σαφή διακριτά όρια μεταξύ τους και μάλιστα με την σχέση τους να ικανοποιεί ιεραρχικά κριτήρια. Η επιστήμη αποτελούσε την πραγματική πηγή γνώσης για τον φυσικό κόσμο με την τεχνολογία να έρχεται εκ των υστέρων ως εφαρμογή των επιστημονικών θεωριών. Αυτές οι διαφορές και ο διαχωρισμός που υποστήριξαν οι παραδοσιακές φιλοσοφικές θέσεις έχουν γεφυρωθεί σε ένα πολύ σημαντικό βαθμό κάνοντας την σχέση επιστήμης και τεχνολογίας να είναι όλο και πιο στενή και άρα μετατοπίζοντας την συζήτηση σε διαφορετικά επίπεδα. Μάλιστα, το γεγονός ότι πολλές φορές συναντάμε τον όρο *τεχνοεπιστήμη* (technoscience)¹⁰² δείχνει ακριβώς την προσπάθεια μιας μίξης της επιστήμης και της τεχνολογίας στον τρόπο που τις αντιλαμβανόμαστε. Στα επόμενα υποκεφάλαια θα εξετάσουμε τα χαρακτηριστικά της επιστήμης και της τεχνολογίας που οδηγούν στο να τις θεωρήσουμε ως αλληλένδετες και αλληλοσυμπληρούμενες δραστηριότητες.

¹⁰² Η φιλοσοφική χρήση του όρου γίνεται από τον Γάλλο φιλόσοφο Gaston Bachelard (1884 – 1962) αλλά και από πιο σύγχρονους φιλοσόφους όπως ο Bruno Latour, η Donna Haraway και άλλους.

3.2.1. Η αλληλεπίδραση θεωρίας και πρακτικής

Στον σύγχρονο κόσμο πολλές φορές αντιλαμβανόμαστε την επιστήμη μέσα από τις τεχνολογικές εφαρμογές που αξιοποιούν τις θεωρίες της. Για παράδειγμα, ένα τηλεσκόπιο είναι πλήρως συνυφασμένο με την αστρονομία και την επιστήμη της ή ακόμα όταν αναλογιζόμαστε μια ηλεκτρική συσκευή στο πίσω μέρος του μυαλού μας έχουμε την επιστήμη που συνδέεται με αυτή. Τα πράγματα πάντως δεν ήταν έτσι και σε προηγούμενους αιώνες. Παρ'ότι τα τεχνολογικά επιτεύγματα θεωρούνταν σημαντικά για την πρόοδο της κοινωνίας αυτά θεωρούνταν ως απόρροια των ανακαλύψεων της επιστήμης. Μέσα σε αυτό το κλίμα ξεκινάει στα τέλη του 18^{ου} αιώνα μια προσπάθεια να χαλιναγωγηθεί η τεχνολογική δυνατότητα των επιστημών μέσω κρατικών χρηματοδοτήσεων και της ίδρυσης Πολυτεχνικών σχολών και αντίστοιχων ιδρυμάτων. Οι αντικρουόμενες απόψεις που προκύπτουν έχουν να κάνουν με το αν το κράτος πρέπει να χρηματοδοτεί την επιστήμη ή όχι και εν τέλει στο τι είδους επιστήμη θα επέφερε την μέγιστη ωφέλεια στις αναπτυσσόμενες βιομηχανίες. Ο Βρετανός μαθηματικός και εφευρέτης Charles Babbage¹⁰³ (1791-1871) μέσω του βιβλίου του "Reflections on the Decline of Science and some of its Causes" (1830) εξαπολύει δριμυία κριτική στην ηγεσία της Βασιλικής Εταιρείας αλλά και στο Αγγλικό κράτος για την στάση τους απέναντι στην επιστήμη, σε αντίθεση με την στάση του Γαλλικού κράτους το οποίο παρείχε υποστήριξη σε αυτόν τον τομέα και θεωρούσε την πρόοδο της φυσικής φιλοσοφίας ως απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάπτυξη της βιομηχανίας. Έτσι, έχουμε από την μία πλευρά φυσικούς φιλόσοφους όπως ο Babbage και οι υποστηρικτές του που θεωρούν ότι η ανάπτυξη των φυσικών επιστημών είναι το κλειδί για την ανάπτυξη της βιομηχανίας και από την άλλη φωνές όπως αυτή

¹⁰³ Ο Babbage θεωρείται από μερικούς ο πατέρας τον υπολογιστών καθώς σχεδίασε και κατασκεύασε τον πρώτο αυτόματο μηχανικό υπολογιστή για τον υπολογισμό πινάκων. Ενδιαφέρον είναι το γεγονός πως ο Babbage, παρότι ο ίδιος μηχανικός και εφευρέτης, δεν υποστήριζε την άποψη ότι οι τεχνική γνώση που κατέχουν οι μάστορες και οι μηχανικοί μπορούσε να συνεισφέρει στην επιστήμη. Αντιθέτως, πίστευε πως η επιστήμη μπορούσε και έπρεπε να αντικαταστήσει αυτού του τύπου την εργασία.

του George Bidell Airy (1801-1892) και του Joseph Henry (1797 – 1878) που θεωρούν πως η επιστήμη πρέπει να ακολουθήσει την δική της ανεξάρτητη και «καθαρή» πορεία βασιζόμενη στην δική της εσωτερική συνοχή, χωρίς να εμπλέκεται με θέματα τεχνολογίας, πρακτικότητας και ωφελιμισμού.

Μία εντελώς διαφορετική συλλογιστική προήλθε από μαρξιστές επιστήμονες όπως ο John Desmond Bernal (1901 – 1971) και ο Boris Hessen (1893 – 1936) οι οποίοι υποστήριξαν πως η ανάπτυξη της τεχνολογίας και της επιστήμης ήταν το αποτέλεσμα των οικονομικών δυνάμεων που ασκούνται στην κοινωνία, δυνάμεις που κινούν κατ'επέκταση όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Όπως το θέτουν οι Peter Bowler και Iwan Morus «Έως ένα σημείο τουλάχιστον, ο συνειδητός ιδεαλισμός πολλών από τους θεμελιωτές της ιστορίας της επιστήμης και η απροθυμία τους να ασχοληθούν με την σχέση επιστήμης και τεχνολογίας ήταν αντίδραση στην αναδυόμενη τάση της μαρξιστικής ιστορίας που θεωρούσε την επιστήμη παρακλάδι της οικονομικής και της τεχνολογικής ανάπτυξης.»¹⁰⁴. Το 1931 ο Hessen δημοσίευσε ένα άρθρο με τον τίτλο «The Social and Economic Roots of Newton's Principia» το οποίο έμελλε να ασκήσει αρκετά μεγάλη επιρροή στον επιστημονικό κόσμο λόγω του ότι συνέδεσε την επιστημονική πρόοδο και την ιστορία της επιστήμης, έχοντας ως παράδειγμα το επιστημονικό φαινόμενο του Νεύτωνα και το μεγαλειώδες έργο του «Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica», με τις κοινωνικές και οικονομικές δυνάμεις της εποχής του, μια ανάλυση η οποία βασίζεται στον διαλεκτικό υλισμό όπως τον θεμελίωσε ο Karl Marx (1818 – 1883). Με άλλα λόγια, η γνώση που είχαν παραγάγει και κατείχαν οι τεχνίτες, οι μάστορες και οι μηχανικοί, οι οποίοι αποτελούσαν μοχλό των οικονομικών και τεχνολογικών δραστηριοτήτων, θεωρητικοποιήθηκε και συμπυκνώθηκε σε επιστημονική μαθηματική γλώσσα από τον Νεύτωνα¹⁰⁵. Ο Friedrich Engels (1820 – 1895) σε ένα γράμμα του προς τον Starkenburg περιγράφει γλαφυρά τον τεχνολογικό και οικονομικό ντετερμινισμό:

«Εάν η τεχνική, όπως εσείς υποστηρίζετε (προς τον Starkenburg), στηρίζεται σε επιστημονικές αρχές τότε ακόμα περισσότερο η επιστήμη

¹⁰⁴ BOWLER, P. J. & MORUS, I. R. 2012. *Η ιστορία της νεότερης επιστήμης*, μτφ. Σπυροπούλου, Β., Ηράκλειο Κρήτης, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης. σ. 373

¹⁰⁵ Ό.π σ. 373

στηρίζεται στην τεχνολογία και στις απαιτήσεις της. Εάν το κοινωνικό αίτημα να καλυφθεί κάποια τεχνολογική ανάγκη είναι ισχυρό, η δύναμη παρακίνησης για την επιστήμη είναι μεγαλύτερη κι από αυτή δέκα πανεπιστημίων. Ολόκληρος ο επιστημονικός κλάδος της υδροστατικής δημιουργήθηκε από την ανάγκη να ελεγχθούν οι χείμαρροι των ιταλικών βουνών. Ο έννοια του ηλεκτρισμού έγινε κατανοητή μόνο μετά την ανακάλυψη των τεχνολογικών εφαρμογών του. Δυστυχώς, εκείνοι που έχουν καθιερωθεί να γράφουν την ιστορία της επιστήμης στην Γερμανία έχουν την ψευδαίσθηση πως οι επιστήμες ήρθαν ουρανοκατέβατες.»¹⁰⁶

Ένα ακόμα παράδειγμα που φανερώνει την ισχυρή ώθηση που μπορεί να δώσει η τεχνολογική καινοτομία στις επιστημονικές θεωρίες και ανακαλύψεις είναι αυτό της ατμομηχανής. Ο James Watt (1736 – 1819), μηχανικός και εφευρέτης από την Σκωτία, είναι γνωστός για τις σημαντικές βελτιώσεις που πραγματοποίησε στην ατμομηχανή Newcomen. Το 1764, έχοντας κληθεί να επισκευάσει μια ατμομηχανή Newcomen του πανεπιστημίου της Γλασκώβης, παρατήρησε εντυπωσιασμένος τη μεγάλη απώλεια ατμού που υπήρχε κατά την λειτουργία της. Ύστερα από ένα χρόνο προσπάθειας για την επίλυση του προβλήματος, το 1765 πραγματοποίησε την πιο σημαντική εφεύρεσή του, αυτή του ξεχωριστού συμπυκνωτή ατμού ο οποίος επέτρεψε το να παραμένει σταθερή η θερμοκρασία μέσα στον κύλινδρο αυξάνοντας κατακόρυφα την απόδοση της μηχανής και κάνοντας την σύμβολο της βιομηχανικής επανάστασης. Μόλις πριν λίγα χρόνια, το 1761, ο Joseph Black (1728 – 1799) που ήταν καθηγητής του πανεπιστημίου της Γλασκώβης και φίλος του Watt είχε κάνει τις πρώτες του παρατηρήσεις σχετικά με την συμπεριφορά διαφόρων υλικών υπό την επίδραση της θερμότητας. Παρατήρησε για παράδειγμα ότι όταν το χιόνι έλιωνε σε νερό δεν αυξανόταν η θερμοκρασία στο διάλυμα χιονιού-νερού παρά αυξανόταν η ποσότητα του νερού. Οδηγήθηκε λοιπόν, στην διατύπωση της θεωρίας περί λανθάνουσας θερμότητας, μια θεωρία η οποία αποδείχθηκε σημαντική στην εξέλιξη της ατμομηχανής από τον Watt αφού

¹⁰⁶ Engels on Historical Materialism, 1934. New International, Vol. I No. 3

Πρόκειται για τέσσερα γράμματα του Engels προς το τέλος της ζωής του, που αποτυπώνουν την πιο ώριμη σκέψη του για τον ιστορικό υλισμό. Βρίσκονται διαθέσιμα στον διαδικτυακό τόπο: <https://www.marxists.org/history/etol/newspape/ni/vol01/no03/engels.htm#n4>

εξηγούσε θεωρητικά το πρακτικό πρόβλημά της, αλλά και αποτέλεσε ακρογωνιαίο λίθο στην ανάπτυξη της επιστήμης της θερμοδυναμικής.

Από αυτά τα δεδομένα γίνεται φανερό πως οι μηχανικοί και οι επιστήμονες είχαν μια στενή σχέση, μάλιστα αρκετοί από τους ανθρώπους εκείνης της εποχής μπορούσαν να κάνουν και τα δύο το ίδιο καλά και δεν διαχώριζαν ιδιαίτερα την πρακτική από την επιστημονική γνώση. Το γεγονός πως το πανεπιστήμιο της Γλασκώβης, όπως προφανώς και άλλα ιδρύματα, χρειαζόταν μια επισκευασμένη ατμομηχανή για την διδασκαλία φανερώνει σε ένα βαθμό και τον προσανατολισμό του προγράμματος σπουδών¹⁰⁷. Παρατηρούμε δηλαδή έναν συνδυασμό φυσικής φιλοσοφίας και μηχανικής που στην πραγματικότητα αντικατοπτρίζει το ιδιαίτερο επιστήμης και τεχνολογίας, δηλαδή θεωρίας και πρακτικής.

3.2.2. Μία ιεραρχική σχέση ή μια αμφίδρομη συμμετρική σχέση

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει φανεί μέσα από διάφορες μελέτες και έρευνες πως η τεχνολογία και η επιστήμη αλληλεπιδρούν μέσα από ένα περίπλοκο δίκτυο σχέσεων και επιρροών το οποίο συνεχώς μεταβάλλεται και εξελίσσεται. Υπάρχουν πολλές φορές που επιστημονικές ανακαλύψεις γίνονται εφαλτήριο για τεχνολογικές καινοτομίες αλλά και άλλες φορές που τα αντικείμενα της τεχνολογίας δημιουργούν νέα επιστημονική γνώση. Η προσεκτική ανάλυση των παραπάνω οδηγεί την φιλοσοφική σκέψη στο να εγκαταλείψει, εν μέρει τουλάχιστον, την θέση της ιεραρχικής σχέσης και να υιοθετήσει μια λογική πιο ευέλικτη και εύπλαστη, αυτήν της συμμετρικής διάδρασης επιστήμης και τεχνολογίας. Παρόλα αυτά η θέση της ιεραρχικής σχέσης βρήκε ένθερμους υποστηρικτές και παγίωσε κάποιες αντιλήψεις σχετικά με την σχέση επιστήμης και τεχνολογίας οι οποίες δύσκολα μετατοπίστηκαν. Σύμφωνα με αυτή την θεώρηση, η επιστήμη παράγει την νέα γνώση η οποία ύστερα χρησιμοποιείται από τους φορείς της τεχνολογίας για πρακτικούς σκοπούς. Ο Joseph Henry (1797–1878), ένας από τους πατέρες της αμερικανικής επιστήμης, αναφέρει

¹⁰⁷ BOWLER, P. J. & MORUS, I. R. 2012. *Η ιστορία της νεότερης επιστήμης*, μτφ. Σπυροπούλου, Β., Ηράκλειο Κρήτης, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης. σ. 380

χαρακτηριστικά πως «...κάθε τέχνημα στηρίζεται πάνω σε κάποιες αρχές ενός φυσικού νόμου[...] όσο περισσότερο κατανοούμε τους φυσικούς νόμους τόσο αυξάνεται η ώθηση και η ικανότητα βελτίωσης στις τεχνολογικές εφαρμογές...»¹⁰⁸. Μάλιστα, ο ίδιος λίγο αργότερα επαναδιατύπωσε τις απόψεις του ακόμα πιο αποφασιστικά λέγοντας πως «για να γίνει εφικτή μια σπουδαία ανακάλυψη πρέπει να πληρούνται δύο βασικές προϋποθέσεις, να είναι γνωστή η επιστημονική αρχή πάνω στην οποία θα βασιστεί η ανακάλυψη και δεύτερον να υπάρχει η ανάγκη για τον ερχομό της.»¹⁰⁹.

Η επιστήμη του ηλεκτρισμού του 19^{ου} και 20^{ου} αιώνα καθώς και η ανακάλυψη των πυρηνικών δυνάμεων του ατόμου αποτελούν μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα της ώθησης που δίνει η επιστημονική ανακάλυψη στις τεχνολογικές εφαρμογές. Η μεγάλη ανάπτυξη της βιομηχανίας του ηλεκτρισμού και των εφαρμογών του από ανθρώπους όπως ο Thomas Edison (1847 – 1931) και ο Werner Siemens (1816 – 1892) δεν θα ήταν εφικτή χωρίς την προηγούμενη «καθαρή» επιστημονική γνώση που αποκτήθηκε από επιστήμονες που δεν είχαν ωφελμιστικά και επιχειρηματικά κίνητρα.¹¹⁰ Πάντως δεν πρέπει κανείς να παραβλέπει το γεγονός ότι πολλές φορές τα αντικρουόμενα συμφέροντα ανάμεσα σε αυτούς που ασκούν την επιστήμη και την τεχνολογία έχουν ισχυρή επιρροή στην διαμόρφωση των απόψεων. Για παράδειγμα, η θέση πως η τεχνολογική καινοτομία θα αποφέρει τα μέγιστα μόνο ύστερα από την γνώση των επιστημονικών αρχών θα αποτελούσε ένα καλό επιχείρημα για εκείνους που θα ζητούσαν χρηματοδοτήσεις για την επιστημονική έρευνα. Από την άλλη πλευρά η αντιμετώπιση της σχέσης επιστήμης και τεχνολογίας ως αμφίδρομης και συμμετρικής ίσως βοηθήσει στην καλύτερη και πιο αντικειμενική κατανόηση της αλληλεπίδρασής τους. Συγγραφείς όπως οι Layton, Ziman, και άλλοι έχουν υιοθετήσει μια άποψη που υποδηλώνει αυτή την αμφίδρομη σχέση χωρίς ιεραρχική δομή και σημεία

¹⁰⁸ Henry, J. 1972. The papers of Joseph Henry (Vol. 1), Washington DC, Smithsonian Institution Press. σ. 383

¹⁰⁹ Henry, J. 1886. Scientific writings of Joseph Henry, Washington DC, Smithsonian Institution Press. σ. 306

¹¹⁰ ZIMAN, J. M. 1984. An introduction to science studies : the philosophical and social aspects of science and technology, Cambridge Cambridgeshire ; New York, Cambridge University Press. σ. 113

αφετηρίας. Επιστήμη και τεχνολογία λειτουργούν ως συγκοινωνούντα δοχεία γνώσης και εμπειρίας.

Αν το σκεφτούμε από μια άλλη σκοπιά έχουμε να κάνουμε με ένα ασύμμετρο δίκτυο σχέσεων όπου προηγούμενες επιστημονικές θεωρίες ή φιλοσοφίες επηρεάζουν τις νέες επιστημονικές και τεχνολογικές ανακαλύψεις και αντίστοιχα παλιά τεχνήματα μπορούν να αποτελέσουν πηγή έμπνευσης για καινούργια επιστημονική γνώση και νέα τεχνήματα. Ο λόγος που γίνεται εφικτό αυτό το δίκτυο σχέσεων και επιρροής είναι το ότι επιστήμη και τεχνολογία και κατ' επέκταση επιστήμονες και μηχανικοί, μοιράζονται τις ίδιες αξίες και από διαφορετική σκοπιά ψάχνουν τις αλήθειες που διέπουν τον κόσμο καθώς και τρόπους να τις ελέγξουν. Η επιστήμη δίνει προτεραιότητα στην γνώση και η τεχνολογία στο κατασκεύασμα, δηλαδή πρόκειται για μια διαφορά προτεραιοτήτων. Τέλος, σύμφωνα με τον Ziman (1984), ιστορικά παρατηρούμε περιπτώσεις τεχνολογιών βασισμένων στην επιστήμη (Science-based technologies), επιστημών βασισμένων στην τεχνολογία (Technology based – sciences) καθώς και μια μεγάλη ποικιλία περιπτώσεων μιας μέσης οδού, κατά την οποία οι τεχνολογικές ανάγκες και απαιτήσεις επηρέασαν σε κάποιο βαθμό την ανάπτυξη επιστημονικών θεωριών. Στην πραγματικότητα, όλες αυτές οι παραπάνω κατηγορίες αλληλοεπικαλύπτονται σε μικρό ή μεγάλο βαθμό, γεγονός που κάνει τον διαχωρισμό επιστήμης και τεχνολογίας επουσιώδη.

«Στην σύγχρονη εποχή κάθε υλική, τεχνολογική, κοινωνικό-οικονομική δραστηριότητα παράγει γνώση μέσω της έρευνας που πραγματοποιείται για την επίτευξη των συγκεκριμένων υλικών στόχων. Συνεπώς όλες οι τεχνολογίες δημιουργούν τις αντίστοιχες επιστήμες τους. Από την άλλη, κάθε νέα παραγόμενη επιστημονική γνώση ελέγχεται επιμελώς για τις πιθανές εφαρμογές της που θα αποφέρουν κάποια υλική ωφέλεια. Συνεπώς, κάθε νέα επιστήμη γεννά και την αντίστοιχη τεχνολογία της. [...] Έτσι, παρατηρούμε την ανάπτυξη υβριδικών θεσμών όπως το Science and Engineering Research Council¹¹¹, υβριδικών τεχνικών όπως τα ηλεκτρονικά μικροσκόπια καθώς και υβριδικούς

¹¹¹ Πρόκειται για το Αγγλικό Συμβούλιο Επιστημών, το οποίο ιδρύθηκε το 1965 υπό τον τίτλο *Science Research Council*. Το 1981 μετονομάστηκε σε *Science and Engineering Research Council* λόγω της μεγάλης επιρροής της τεχνολογίας και της μηχανικής στον σύγχρονο κόσμο και στην επιστήμη.

τομείς όπως αυτός της κλινικής νευροψυχολογίας. Έτσι, οι ρόλοι της επιστήμης και τεχνολογίας αποτελούν ένα αδιαίρετο σώμα, δύο όψεις μιας κοινής δραστηριότητας»¹¹².

3.2.3. Η επιστήμη, οι παρατηρήσεις τα πειράματα και οι τεχνικοί

Όπως είδαμε και σε προηγούμενα υποκεφάλαια, η παρατήρηση και το πείραμα απέκτησαν ένα κεντρικό ρόλο στην θεμελίωση της σύγχρονης επιστήμης, από τον 17ο αιώνα και μετά. Παρόλα αυτά, οι θεωρίες και οι φυσικοί φιλόσοφοι οι οποίοι τις διατύπωναν θεωρήθηκε πως κατείχαν την πραγματική επιστημονική γνώση με συνέπεια την συστηματική παραμέληση, από τις συζητήσεις, του πειράματος και των ανθρώπων που το εκτελούσαν ή που απλά πειραματίζονταν χωρίς να έχουν στον νου τους να επιβεβαιώσουν ή να διαψεύσουν μια θεωρία. Οι φιλόσοφοι μονάχα τις τελευταίες δεκαετίες ενδιαφέρθηκαν ουσιαστικά για τον πραγματικό ρόλο των πειραμάτων, για την φιλοσοφία της τεχνολογίας και για την ουσιαστική προσφορά στην επιστήμη εκείνων των ανθρώπων που ως εργαστηριακοί τεχνικοί κατασκεύαζαν εξοπλισμό ή εκτελούσαν τις πειραματικές διαδικασίες υπό την καθοδήγηση των φυσικών φιλοσόφων. Και είναι πράγματι γεγονός πως τα περισσότερα τεχνολογικά αντικείμενα δημιουργήθηκαν από ανθρώπους, μηχανικούς και τεχνικούς, οι οποίοι δεν είχαν ανάγκη την επιστημονική εξήγηση των φαινομένων για την πραγματοποίηση των κατασκευών τους. Από τα παραπάνω προκύπτει, ανάμεσα σε άλλα, το εξής ερώτημα: Το πείραμα, όταν πραγματοποιείται χωρίς την καθοδήγηση της θεωρίας, μπορεί να θεωρηθεί επιστημονική πρακτική; Με άλλα λόγια, είναι απαραίτητη η επιφόρτιση του πειράματος με μια ήδη διατυπωμένη θεωρία που χρειάζεται στοιχεία για την εγκυρότητά της, ή ο πειραματισμός μπορεί να αποτελεί μια ανεξάρτητη, τουλάχιστον σε ένα βαθμό, διαδικασία η οποία μπορεί να προηγείται της θεωρητικής θεμελίωσης;

¹¹² ZIMAN, J. M. 1984. An introduction to science studies : the philosophical and social aspects of science and technology, Cambridge Cambridgeshire ; New York, Cambridge University Press. σ. 119

Ο Francis Bacon (1561-1626) υπήρξε κατηγορηματικός στο ότι πρέπει όχι απλά να παρατηρούμε αλλά και να προκαλούμε (μέσω των πειραμάτων) τη φύση ώστε να μας αποκαλύψει τις αλήθειες που κρύβει. Αυτή η διατύπωση ίσως να αφήνει χώρο και σε πειραματισμούς που δεν έχουν από πριν θεωρητικό προσανατολισμό, δηλαδή που θα γίνονταν από απλή περιέργεια ή από την παρακίνηση κάποιας ιδέας ή παρατήρησης. Φυσικά, αυτή η άποψη δέχτηκε επικρίσεις από αρκετούς επιστήμονες και φιλόσοφους. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο Carl Popper (1902-1994) ο οποίος στο κλασικό βιβλίο του “The logic of scientific discovery” δηλώνει ξεκάθαρα πως ο θεωρητικός είναι εκείνος που δείχνει τον δρόμο στον πειραματιστή, είναι αυτός που καταστρώνει με ακρίβεια την θεωρία πάνω στην οποία θα βασιστεί η πειραματική έρευνα¹¹³. Εν ολίγοις, το πείραμα, σύμφωνα με αυτή την άποψη, δεν μπορεί παρά να έπεται της θεωρίας αλλιώς στερείτε νοήματος και μεθόδου. Δεν μπορεί ή τύχη να αποτελεί βασικό παράγοντα επιστημονικής πρακτικής. Παρόλα αυτά, δεν πρέπει να μείνει ασχολίαστο το γεγονός ότι πολλές φορές έγιναν παρατηρήσεις και εκτελέστηκαν πειράματα τα οποία δεν είχαν εκ των προτέρων βασιστεί σε μια συγκεκριμένη θεωρία. Ο Ian Hacking στο βιβλίο του “Αναπαριστώντας Παρεμβαίνοντας» (2002) μας δίνει μερικά τέτοια παραδείγματα όπως αυτό του χημικού Humphry Davy (1778-1829), του Erasmus Bartholin (1625-1698), του Robert Hooke (1635-1703) και του Isaac Newton (1642-1726), οι οποίοι προέβησαν σε παρατηρήσεις οι οποίες «προηγήθηκαν της θεωρίας με ένα τρόπο χαρακτηριστικό.»¹¹⁴. Έτσι, ο Hacking υποστηρίζει πως αν και πολλά από τα πειράματα που εκτελούνται πράγματι έχουν πίσω τους κάποιες θεωρητικές υποθέσεις αυτό δεν συνεπάγεται πως οι υπόλοιποι πειραματισμοί ή οι παρατηρήσεις, που στερούνται συγκεκριμένου θεωρητικού υποβάθρου, είναι άνευ νοήματος. Το αντίθετο μάλιστα, υπάρχουν ολόκληροι κλάδοι της φυσικής, όπως για παράδειγμα η θερμοδυναμική, που αναπτύχθηκαν μέσω των τεχνολογικών καινοτομιών και των πειραματικών δεδομένων. Σε τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να υπάρχει μια σειρά από δεδομένα, δηλαδή αποτελέσματα

¹¹³ POPPER, K. R. 2002. *The logic of scientific discovery*, London, New York, Routledge. σ. 90

¹¹⁴ Hacking, I. 2002. Αναπαριστώντας Παρεμβαίνοντας, Εισαγωγικά θέματα στην φιλοσοφία της φυσικής επιστήμης, μτφ. Τσιαντούλας, Τ., Αθήνα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.. σ. 211

πειραμάτων, παρατηρήσεις, τεχνολογικά αντικείμενα κτλ, τα οποία περιμένουν μια θεωρία για να τα συνδυάσει, να δημιουργήσει δηλαδή τις σχέσεις μεταξύ των και να τα εναρμονίσει.

Τα παραπάνω δείχνουν ότι, κατά κάποιο τρόπο, η θεωρία και η πράξη, ή η θεωρία και το πείραμα δεν συμβαδίζουν πάντα με ένα απόλυτο τρόπο. Αυτό πιθανώς και τα έχει να κάνει με την ωρίμαση των κοινωνικών και φιλοσοφικών συνθηκών ώστε να γίνει δυνατή η ενοποίηση όλων των δεδομένων υπό την σκέπη μια πετυχημένης θεωρίας. Επίσης, δεν θα έπρεπε να ξεχνάμε πως οι μεγάλες θεωρίες αλλά και οι διάφορες σημαντικές ανακαλύψεις δεν κατανοήθηκαν ευθύς αμέσως από την επιστημονική κοινότητα αλλά χρειάστηκε χρόνος και προσπάθεια, χρειάστηκε μια μετατόπιση αντιλήψεων, ακόμα και το γκρέμισμα ολόκληρων εγκατεστημένων κοσμοθεωριών όπως συνέβη με την σύγχρονη κβαντομηχανική. Η θεωρία της ειδικής σχετικότητας του Albert Einstein (1879-1955), όπως την διατύπωσε μέσα από το άρθρο του “On the Electrodynamics of Moving Bodies” το 1905, προκάλεσε διφορούμενες αντιδράσεις στον τότε επιστημονικό κόσμο και φυσικά επικρίθηκε από ορισμένους ως μια ακόμη εργασία πάνω στην ηλεκτροδυναμική των κινούμενων σωμάτων. Φυσικά, υπήρχαν και άλλοι που ανταποκρίθηκαν στην θεωρία, όπως ο Max Planck (1858-1947), αλλά χρειάστηκε μια σειρά από ενέργειες, πειραματικές διαδικασίες και δημοσιεύσεις αλλά και αντίστοιχη κοινωνική ωριμότητα ώστε να γίνει ευρέως αποδεκτή η νέα θεωρία που σχετικοποιούσε τον χώρο και τον χρόνο. Επίσης, πολλές φορές η ανάπτυξη κάποιων καινούργιων θεωριών, κυρίως στην φυσική αλλά και σε άλλες επιστήμες, προϋποθέτει και την δημιουργία των κατάλληλων θεωρητικών εργαλείων που πολλές φορές είναι τα μαθηματικά. Η θεωρίες του Newton, του Einstein και άλλων χρειάστηκαν μια καινούργια κατά κάποιο τρόπο μαθηματική γλώσσα για να εκφραστούν. Αυτό δείχνει ακόμα πιο καθαρά τους πολλούς παράγοντες που πρέπει να συνδυαστούν και να ωριμάσουν ώστε να γίνει κατάλληλο το έδαφος για την σύλληψη και διατύπωση των νέων θεωριών.

Ένας ακόμη παράγοντας που έπαιξε ρόλο στον διαχωρισμό θεωρίας και πειράματος, ή για να το θέσουμε και διαφορετικά στην ρητή διάκριση μεταξύ φυσικών φιλοσόφων από τη μία και πειραματιστών, μηχανικών και τεχνικών από την άλλη, ήταν το κοινωνικό status των δύο ομάδων και τα αντικρουόμενα,

σε κάποιο βαθμό, συμφέροντά τους. Η φυσική φιλοσοφία κατά κύριο λόγο ασκούνταν από τους τζέντλεμαν καθώς θεωρούνταν ανώτερο να εργάζεσαι με το μυαλό, σε αντίθεση με τους τεχνικούς και τους μηχανικούς που εργάζονταν με τα χέρια τους. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, μια σειρά από ιστορικά παραδείγματα φανερώνει την περιθωριοποιημένη θέση που αποδιδόταν σε τεχνικούς εργαστηρίων, ακόμα κι αν η συνεισφορά τους στην διεξαγωγή ή την επιτυχία των πειραμάτων ήταν γεγονός. Οι δημοσιεύσεις των πειραμάτων που εκτέλεσε ο Robert Boyle (1627-1691) παρότι απαιτούσαν την εργασία τεχνικών με ιδιαίτερες δεξιότητες, όπως αυτές για την κατασκευή αντλίας κενού καθώς και χειρωνακτική εργασία ώστε να γίνουν σωστά, δεν αναφέρονται σχεδόν καθόλου ούτε σε αυτούς τους ανθρώπους ούτε ακόμα περισσότερο στην τεχνική φύση της εργασίας τους η οποία όπως γίνεται κατανοητό ήταν σημαντική για την πραγματοποίηση των πειραμάτων¹¹⁵. Είναι ξεκάθαρο πως εκείνο που ενδιέφερε ήταν η θεωρία και τα αποτελέσματα που θα διατυπώνονταν μέσα από το πείραμα και όχι η ανάλυση της τεχνικής πλευράς του. Άλλη χαρακτηριστική περίπτωση υπήρξε εκείνη του Robert Hooke ο οποίος μάλιστα, εργάστηκε αρχικά ως τεχνικός στο εργαστήριο του Boyle. Ο Hacking (2002) λέει χαρακτηριστικά, ίσως με κάποια πικρία, πως «Ο Hooke, ο πειραματιστής, ο οποίος θεωρητικολογούσε, έχει σχεδόν ξεχαστεί, ενώ ο Boyle, ο θεωρητικός που επίσης πειραματιζόταν, εξακολουθεί να αναφέρεται στα βασικά σχολικά εγχειρίδια.»¹¹⁶. Από τα παραπάνω μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι η επιστήμη, η τεχνολογία, το πείραμα, η γνώση κτλ. δεν μπορούν να κατανοηθούν με ένα τρόπο αλλά με πολλούς. Αυτό έχει να κάνει με την οπτική γωνία θέασης και όπως είδαμε οι άνθρωποι πολλές φορές έχουν αντικρουόμενα πολιτικά και οικονομικά συμφέροντα καθώς και διαφορετική κοινωνική επιρροή. Τούτο μας οδηγεί στο θεωρούμε ότι οι κοινωνικές, πολιτικές και οικονομικές δυνάμεις

¹¹⁵ BOWLER, P. J. & MORUS, I. R. 2012. *Η ιστορία της νεότερης επιστήμης*, μτφ. Σπυροπούλου, Β., Ηράκλειο Κρήτης, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, σ. 386

Αξίζει επίσης να αναφερθεί πως ακόμα και στην περίπτωση του Denis Papen, ο οποίος επίσης υπήρξε βοηθός του Boyle, όπου ο Boyle παραδέχτηκε πως το μεγαλύτερο μέρος της δουλειάς έγινε από εκείνον, η ιδιοκτησία και τα δικαιώματα του πειράματος ανήκαν αποκλειστικά στον Boyle.

¹¹⁶ Hacking, I. 2002. Αναπαριστώντας Παρεμβαίνοντας, Εισαγωγικά θέματα στην φιλοσοφία της φυσικής επιστήμης, μτφ. Τσιαντούλας, Τ., Αθήνα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π. σ. 205

παίζουν κι αυτές τον ρόλο τους στην κατανόηση της επιστήμης και της τεχνολογίας αλλά και επηρεάζουν την μεταξύ τους σχέση. Αυτούς τους ρόλους θα εξετάσουμε στο επόμενο κεφάλαιο συναρτώντας την επιστήμη και την τεχνολογία με την κοινωνία.

4. Η Επιστήμη, η Τεχνολογία και η Κοινωνία

Η επιστήμη και η τεχνολογία, όπως είδαμε και στα προηγούμενα κεφάλαια, αποτελούν έννοιες οι οποίες δεν μεταφράζονται μονοσήμαντα και απόλυτα. Χρειάζεται κάποιας μορφής ευελιξία για μια πιο σωστή και ολοκληρωμένη προσέγγισή τους, συνέπεια της οποίας είναι και η σύνδεση τους με την κοινωνία, την ηθική, την ελευθερία, την πολιτική κτλ. Αν υιοθετήσει κανείς την αντίληψη ότι η επιστήμη παράγει απλά γνώση για τον κόσμο και η τεχνολογία κατασκευάζει αντικείμενα τότε έχει παρανοήσει και παραλείψει ένα σημαντικό κομμάτι που αφορά στον τρόπο που η επιστήμη και η τεχνολογία επηρεάζουν και επηρεάζονται από τις κοινωνικές ομάδες και συνθήκες. Αποτελεί κοινή αίσθηση στους ανθρώπους το γεγονός ότι η τεχνολογία συνιστά ένα σημαντικό μέρος της πραγματικότητας που μας περικλείει και διαμορφώνει σε ένα μεγάλο βαθμό τις ιδιαίτερες συνθήκες της ζωής μας. Η τεχνολογία και η επιστήμη δημιουργούν νέες προοπτικές και μεταβάλουν την αίσθηση αλληλεπίδρασης των ανθρώπων με το περιβάλλον τους αλλά από την άλλη δημιουργούν και πολλούς κινδύνους και προοπτικές που χρίζουν ιδιαίτερης μεταχείρισης για να μην αποδειχτούν καταστροφικές. Είναι λοιπόν η επιστήμη και η τεχνολογία ουδέτερες σχετικά με τα αποτελέσματα των καρπών τους και σε συνάρτηση με την κοινωνία; Μπορούμε να τις κατανοήσουμε σωστά χωρίς την εμπλοκή του ανθρώπινου παράγοντα στις αναλύσεις μας; Στα επόμενα εδάφια θα ασχοληθούμε με κάποια από αυτά τα ζητήματα καθώς και με κάποιες θεωρίες της σχετικά πρόσφατης “κοινωνιολογίας της τεχνολογίας”. Επίσης θα αναφερθούμε στις αξίες που διέπουν την τεχνολογία και την επιστήμη από την πλευρά αυτών που τις ασκούν αλλά και των αποδεκτών τους, δηλαδή τον καθημερινό άνθρωπο.

4.1. Η επιστήμη ως θεσμός και η σχέση της με την κοινωνία

Ο θεμελιωτής της νέας επιστήμης του 17^{ου} αιώνα, Francis Bacon, υποστήριζε ένθερμα πως η επιστημονική πρόοδος θα είχε αναμφίβολα μεγάλα πρακτικά οφέλη στην κοινωνία και πως εκείνη θα με την σειρά της θα έπρεπε να ανταποδώσει στην επιστήμη υποστηρίζοντας τις έρευνές της με οικονομικούς

πόρους. Πράγματι, από τότε πολλά άλλαξαν, ο κόσμος βίωσε την επιστημονική επανάσταση, την βιομηχανική επανάσταση και εισήλθε στην σύγχρονη ψηφιακή εποχή. Όλα αυτά συνεπάγονται και την αναδιαμόρφωση της κοινωνίας και των σχέσεων που αναπτύσσει η επιστήμη και οι επιστήμονες μαζί της. Είναι λογική και προφανής η σκέψη πως οι επιστήμονες σε κάθε χρονική, ιστορική περίοδο, δεν είχαν τους ίδιους δεσμούς με την κοινωνία, ή μεταξύ τους και δεν αντιμετωπίζονταν πάντα με τον ίδιο τρόπο από τον κόσμο. Για παράδειγμα, οι επιστήμονες μέχρι τα τέλη του 19^{ου} αιώνα, πόσο μάλλον τον 18^ο και τον 17^ο αιώνα, δεν αποτελούσαν επεγγεματίες ερευνητές με την έννοια ότι δεν ασκούσαν την επιστήμη για βιοποριστικούς σκοπούς¹¹⁷. Συνήθως αποτελούσαν ανθρώπους των ανώτερων τάξεων, τους τζέντλεμαν, οι οποίοι και είχαν την οικονομική δυνατότητα να αφιερώνουν τον χρόνο τους σε τέτοιες ασχολίες, όπως ο Γαλιλαίος και ο Boyle. Ωστόσο, σιγά σιγά αυτή η κατάσταση άλλαξε και προς τις αρχές του 20^{ου} αιώνα έχουμε πλέον δεδομένη την εικόνα του επαγγελματία επιστήμονα ο οποίος βιοπορίζεται μέσα από αυτή την εργασία. Στην σύγχρονη εποχή υπάρχουν εκατομμύρια επιστήμονες σε όλο τον κόσμο, οι οποίοι οργανώνονται σε μικρές ή μεγάλες ομάδες για να ανταπεξέλθουν στις ανάγκες της μεγάλης κλίμακας επιστήμης που χαρακτηρίζει τον 20^ο και τον 21^ο αιώνα.

Δεν ήταν όμως πάντα έτσι τα πράγματα. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποίησαν οι επιστήμονες των προηγούμενων αιώνων φαντάζει αστείως μπροστά στα σύγχρονα τεχνολογικά τέρατα που χρησιμοποιεί η επιστημονική έρευνα· όχι μόνο από άποψη πολυπλοκότητας κατασκευής αλλά και από άποψη κόστους. Ο Γαλιλαίος, με ένα ταπεινό τηλεσκόπιο δικής του κατασκευής, το οποίο τελειοποίησε μέσα σε περίπου ένα χρόνο, κατάφερε σημαντικές αλλαγές στον τομέα της αστρονομίας και ταρακούνησε, όπως είδαμε και στο 2ο κεφάλαιο, φιλοσοφικές και θρησκευτικές πεποιθήσεις. Ο Robert Hooke χρησιμοποιώντας το μικροσκόπιο που έφτιαξε ένας κατασκευαστής επιστημονικών οργάνων από το Λονδίνο, ο Christopher Cock, κατάφερε να περιγράψει και να επινοήσει την έννοια του κυτάρου η οποία είναι κομβικής σημασίας για την κατανόηση των έμβιων οργανισμών. Ακόμα και πολύ

¹¹⁷ BOWLER, P. J. & MORUS, I. R. 2012. *Η ιστορία της νεότερης επιστήμης*, μτφρ. Σπυροπούλου, Β., Ηράκλειο Κρήτης, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης. σ. 302

μετέπειτα, την δεκαετία του 1920, οι διακεκριμένοι φυσικοί και από τους σημαντικότερους ερευνητές της εποχής εκείνης, Joseph Thomson (1856 – 1940) και Ernest Rutherford (1871 – 1937), χρησιμοποιούσαν φύλλα αλουμινίου τα οποία βομβάρδιζαν με ακτινοβολία προσπαθώντας να αποδείξουν την ύπαρξη υποατομικών σωματιδίων. Δηλαδή μιλάμε και πάλι για εξοπλισμό κατά κάποιο τρόπο βασικό και στο μέγεθος ενός εργαστηρίου – δωματίου που καμία σχέση δεν έχει με τις διατάξεις που αναπτύχθηκαν αργότερα στην πειραματική φυσική. Η επιστήμη, και ειδικά η φυσική αλλά και άλλοι κλάδοι, μεγάλης κλίμακας αναπτύχθηκε κυρίως κατά την διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου όπου πολλοί επιστήμονες και ερευνητές βρέθηκαν να εργάζονται στην υπηρεσία της βιομηχανίας πολέμου και σε κρατικά επιστημονικά προγράμματα. Τα χρηματικά ποσά που διατέθηκαν από τότε και ύστερα για την ανάπτυξη της επιστήμης ήταν τεράστια, τόσο μεγάλα που μόνο μεγάλες εταιρείες και κράτη μπορούσαν να διαθέσουν. Αυτή η κατάσταση λοιπόν, ήταν λογικό και αναγκαίο να δημιουργήσει άλλες οργανωτικές δομές μεταξύ των επιστημόνων αλλά και νέους τρόπους ώστε να επικοινωνήσουν το έργο τους μεταξύ τους.

4.2. Η Τεχνολογία και η κοινωνία

4.2.1. Οι κοινωνικές σχέσεις και ο τεχνολογικός ντετερμινισμός

Όπως είδαμε και στο πρώτο κεφάλαιο, η τεχνολογία αποτελεί την έμφυτη ανάγκη του ανθρώπου να αλληλεπιδράσει με την φύση και το γενικότερο περιβάλλον του αλλά και να μετασχηματίσει αυτό τον κόσμο με βάση τις δυνάμεις και τις ικανότητές του. Μέσα σε αυτή την δραστηριότητα περικλείονται ιδέες, γνώση, μίμηση, αισθήσεις, ανάγκες, αξίες και ελπίδες για το μέλλον. Εδώ, θα αναφερθούμε στην επίδραση που έχει η τεχνολογία στην κοινωνία όπως την αντιλήφθηκαν κάποιες κυρίαρχες κοινωνικές θεωρίες.

Ο τεχνολογικός ντετερμινισμός (technological determinism) αποτελεί μια κοινωνική θεωρία η οποία υποστηρίζει ότι η τεχνολογία αποτελεί την κυρίαρχη, ή την απόλυτη, δύναμη διαμόρφωσης δομής, αξιών και σχέσεων μεταξύ των μελών της κοινωνίας. Υπάρχουν βέβαια διάφορες παραλλαγές του τεχνολογικού

ντετερμινισμού όπως για παράδειγμα οι σκληροπυρηνικοί ντετερμινιστές που υποστηρίζουν ότι η τεχνολογία δεν επηρεάζεται από την κοινωνία παρά μόνο την επηρεάζει διατηρώντας την απόλυτη αυτονομία της και οι ελαστικοί ντετερμινιστές που δεν αποκλείουν εντελώς μια τέτοια αμφίδρομη σχέση. Ο Karl Marx θεωρείται από πολλούς ένας από τους πρώτους θεμελιωτές του τεχνολογικού ντετερμινισμού μιας και στα κείμενά του υπερτονίζει την επίδραση την τεχνολογικής ανάπτυξης στις δομές της κοινωνίας και στην οικονομική ανάπτυξή της. Βέβαια, θα πρέπει να πούμε πως υπάρχουν διάφορες αντιθέσεις από αυτούς που ερμηνεύουν τα γραπτά του και αν μη τι άλλο δεν είναι όλοι οι μαρξιστές υποστηρικτές της θεωρίας του τεχνολογικού ντετερμινισμού αλλά δεν είναι σκοπός αυτής της εργασίας να αναλύσουμε περαιτέρω αυτό το ζήτημα. Πάντως, πέρα από κάθε αμφισβήτηση, κατά τον Marx η τεχνολογική καινοτομία και πρόοδος είναι αποτέλεσμα των οικονομικών δυνάμεων που ασκούνται στην κοινωνία, οι οποίες με την σειρά τους καθορίζονται από τις παραγωγικές δυνάμεις της κοινωνίας. Σε ένα κλασικό πλέον άρθρο του 1967 ο Robert Heilbroner (1919 - 2005) αναρωτιέται για τον βαθμό που οι μηχανές, επηρεάζουν και διαμορφώνουν την κοινωνικο-οικονομική δομή¹¹⁸. Ορμώμενος από μια διάσημη φράση του Karl Marx¹¹⁹, προσπαθεί να ανακαλύψει τους νόμους που κινούν την τεχνολογική ανάπτυξη αλλά και το πως η παραγωγική δομή επηρεάζει τις κοινωνικές σχέσεις. Ο Heilbroner θεωρεί ότι η ανάπτυξη της τεχνολογίας ακολουθεί μια γραμμική οδό, μια συνεχή ακολουθία από συνδεδεμένα στάδια, δηλαδή χωρίς άλματα και κενά, τα οποία αναπόφευκτα βασίζονται το ένα στο άλλο και οδηγούν την πρόοδό της. Κατά συνέπεια, για να εισέλθουμε στην εποχή του ατμόμυλου έπρεπε αναγκαστικά να περάσουμε από την εποχή του μύλου χειρός, όπως και για να φτάσουμε στην πυρηνική εποχή έπρεπε αναγκαστικά να προηγηθεί η εποχή του ηλεκτρισμού και ούτω καθεξής. Οι τεχνολογίες αυτές που τελικά υιοθετούνται και μεταμορφώνουν την κοινωνία είναι συνέπεια της

¹¹⁸ Heilbroner, L.R. 1967. Do machines make history? στο : SMITH, M. R. & MARX, L. 1994. *Does technology drive history? : the dilemma of technological determinism*, Cambridge, Mass., MIT Press. σ. 55

¹¹⁹ «Από τον μύλο χειρός προκύπτει η φεουδαρχική κοινωνία των φεουδαρχών και από τον ατμόμυλο προκύπτει η καπιταλιστική κοινωνία των καπιταλιστών.»
Marx, K. 1847. *The Poverty of Philosophy*, First published in Paris

συσσωρευμένης γνώσης που τελικά αξιοποιείται παραγωγικά αλλά και των ήδη έτοιμων κοινωνικών και οικονομικών συνθηκών για να στηρίξουν μια τέτοια μεταβολή. Έτσι εξηγούνται δύο σημαντικές παρατηρήσεις. Πρώτον το γεγονός των ταυτόχρονων ανακαλύψεων, γεγονός που ιστορικά παρατηρήθηκε πολλές φορές, όπως για παράδειγμα η ταυτόχρονη ανακάλυψη της γεωργίας την προϊστορική εποχή σε πολλές διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές, αλλά και η ταυτόχρονη ανακάλυψη του τηλέγραφου την σύγχρονη εποχή από τους Βρετανούς Charles Wheatstone (1802 – 1875) και William Cooke (1806 – 1879) και από τον Αμερικάνο Samuel Morse (1791 – 1872). Δεύτερον το γεγονός πως πολλές ανακαλύψεις που πραγματοποιήθηκαν στο παρελθόν έμειναν αναξιοποίητες κοινωνικά και οικονομικά, όπως για παράδειγμα πολλές εφευρέσεις του Leonardo Da Vinci (1452 – 1519) στου οποίου τις σημειώσεις βρέθηκε μέχρι και σχέδιο για ελικόπτερο ή την εφεύρεση της πρώτης ατμομηχανής από τον μηχανικό Ήρωνα της Αλεξάνδρειας τον 1^ο αιώνα π. Χ. Τελικά, η τεχνολογία μπορεί να επηρεάσει και να αλλάξει το κοινωνικό – οικονομικό πλαίσιο μόνο στον βαθμό που η κοινωνία θα επιτρέψει την ενσωμάτωσή της μέσα σε αυτήν, αλλά και την εφαρμογή της στην παραγωγική διαδικασία.

Ιστορικά ο τεχνολογικός (και επιστημονικός) ντετερμινισμός μπορεί να συνδυαστεί με τον ενθουσιασμό που έφερε η νέα επιστήμη και τα τεχνολογικά επιτεύγματα του 18^{ου} αιώνα στην τότε κοινωνία. Η επιστήμη και η τεχνολογία θεωρήθηκαν ως δραστηριότητες που ωθούσαν την πρόοδο και την κοινωνική αλλαγή αλλά και επηρέαζαν δυναμικά την ιστορία¹²⁰. Αυτό το ρεύμα του τεχνολογικού ντετερμινισμού, ή τέλος πάντων της ιδέας ότι η επιστήμη και η τεχνολογία ασκούν τεράστιες δυνάμεις προόδου δεν ήταν απλά ένα φιλοσοφικό ρεύμα ανάμεσα σε κύκλους ειδικών αλλά αποτελούσε δημοφιλή άποψη σε διάφορους κύκλους, καλλιτεχνικούς και λογοτεχνικούς. Σύμφωνα με τον Smith (1994) ο αναπτυσσόμενος κλάδος της επαγγελματικής διαφήμισης, στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, έδωσε τεράστια ώθηση στην τεχνοκρατικό τρόπο σκέψης μέσω της πώλησης, στο ευρύ κοινό, των προϊόντων τεχνολογίας αλλά κυρίως

¹²⁰ Smith, M.R. 1994. *Technological Determinism in American Culture* στο : SMITH, M. R. & MARX, L. 1994. *Does technology drive history? : the dilemma of technological determinism*, Cambridge, Mass., MIT Press. σ. 2

επιβάλλοντας στον κόσμο ένα σκεπτικό σχετικά με την σημασία της τεχνολογίας και της επιστήμης¹²¹.

4.2.2. Η κοινωνική κατασκευή της επιστήμης και της τεχνολογίας

Τα ιστορικά γεγονότα που διαδραματίστηκαν μέχρι τα μέσα του 20^{ου} αιώνα, όπως για παράδειγμα οι παγκόσμιοι πόλεμοι, τα πυρηνικά όπλα αλλά και η συνεχιζόμενη ψαλίδα ανάμεσα στο βιοτικό επίπεδο των ανεπτυγμένων χωρών και αυτών του τρίτου κόσμου είχαν ως αποτέλεσμα την αμφισβήτηση του τεχνολογικού και επιστημονικού ντετερμινισμού και δημιούργησαν τις προϋποθέσεις για την κριτική αντιμετώπισή του. Οι προσδοκίες για τον μονόδρομο της προόδου που εγγυόταν ο τεχνολογικός ντετερμινισμός διαψεύστηκαν σε μεγάλο βαθμό με αποτέλεσμα να εμφανιστούν στο προσκήνιο, πιο έντονες από ποτέ, οι κοινωνικές δυνάμεις που αλληλεπιδρούσαν με την τεχνολογία και την επιστήμη. Η ανθρωπότητα δεν μπορούσε πια να περιμένει μια τυφλή τεχνολογική πρόοδο, τάχα ουδέτερη και ανεπηρέαστη από τον περίγυρό της, να σώσει την κατάσταση. Έγινε έκδηλη η ανάγκη ελέγχου από πολιτική, φιλοσοφική, κοινωνική και ηθική σκοπιά, των τεχνολογικών και επιστημονικών προϊόντων αλλά και η ανάγκη εξέτασης των αλληλεπιδράσεών τους με τις παραπάνω έννοιες, αλληλεπιδράσεις τις οποίες δεν δεχόταν ή υποβάθμιζε σε μεγάλο βαθμό ο τεχνολογικός ντετερμινισμός.

Κατά τα τέλη του 19^{ου} αιώνα ένας Γάλλος κοινωνιολόγος και εγκληματολόγος ονόματι Gabriel Tarde (1843 – 1904) ήταν αυτός που θα έβαζε τα θεμέλια για μια επιδραστική κοινωνική θεωρία η οποία θα αναγνωριζόταν αρκετά αργότερα από την εποχή της. Ο Tarde, ίσως επηρεασμένος από τις εγκληματολογικές παρατηρήσεις που έκανε, συνέλαβε την ιδέα της «μίμησης» ως βασικό χαρακτηριστικό του φυσικού κόσμου αλλά και ως δομικό λίθο της κοινωνικής ανάπτυξης. Δηλαδή, η κοινωνική μίμηση δεν αποτελούσε παρά ένα μέρος της μίμησης όπως εκφράζεται στο σύνολο του φυσικού κόσμου μέσω της επαναληψιμότητας και της κυκλικότητας, όπως η εναλλαγή των εποχών, η

¹²¹ ο.π σ. 13

γέννηση και ο θάνατος και ούτω καθεξής¹²². Ο Tarde, θεωρούσε ότι η τεχνολογική καινοτομία αποτελούσε μεγάλη δύναμη κοινωνικής αλλαγής. Επίσης, η θεωρία της “διάχυσης” (diffusion), η οποία εξετάζει το πώς και το γιατί οι νέες ιδέες και οι καινοτομίες διαδίδονται και υιοθετούνται κοινωνικά, οφείλεται κατά πολύ στις ιδέες και στα κείμενα του Tarde. Ο τρόπος, λοιπόν, που προκαλείται η διάχυση μιας καινοτομίας είναι μέσω της διαδικασίας της μίμησης. Κατά την διαδικασία της κοινωνικής εξέλιξης προκύπτει μια αλληλεπίδραση ανάμεσα στις καινοτόμες ιδέες και σε μικρές τυχαίες δυνάμεις, που επηρεάζουν την πορεία της εξέλιξης, οδηγώντας το σύστημα να αναπαραχθεί και να διαχυθεί μέσω της μίμησης¹²³. Η επίδραση που είχε το έργο του Tarde φαίνεται από διάφορες μελέτες που έχουν εκπονηθεί. Ο Κώστας Θεολόγου και ο Παναγιώτης Μιχαηλίδης στο άρθρο τους “Tarde’s influence on Schumpeter” (2010) εξετάζουν την επιρροή που άσκησαν οι θεωρίες του Tarde σε ένα από τους πιο επιδραστικούς οικονομολόγους και πολιτικούς επιστήμονες του 20^{ου} αιώνα, τον Αυστριακό Joseph Schumpeter (1883 – 1950). Ο Schumpeter, κατά 40 χρόνια σύγχρονος του Tarde, φαίνεται πως επηρεάστηκε από τις ιδέες της διάχυσης και της επαναληψιμότητας των συστημάτων που διατύπωσε ο Tarde και ένα από τα σημεία που αυτό γίνεται ξεκάθαρο είναι η θεωρία των οικονομικών κύκλων. Επίσης, ο Γάλλος φιλόσοφος και κοινωνιολόγος Bruno Latour, με τον οποίο θα ασχοληθούμε παρακάτω, αναφέρει ότι ο Tarde ίσως είναι ο πρωτεργάτης των θεωριών του δικτύου δρώντων (actors network) όπως αυτή διαμορφώθηκε πολύ αργότερα από συγγραφείς όπως ο Latour και ο Collins στο πλαίσιο της κοινωνικής κατασκευασιοκρατίας που θα αναλύσουμε στην επόμενη παράγραφο.

Μία από τις σημαντικές σχολές σκέψης που αντιτάθηκε στον τεχνολογικό ντετερμινισμό ήταν ο κοινωνικός κονστρουκτιβισμός (social constructivism) σύμφωνα με τον οποίο η πραγματικότητα, η γνώση κτλ. δεν έχουν συγκεκριμένο νόημα αλλά αυτό προσδίδεται μέσα από το εκάστοτε κοινωνικό πλαίσιο και τις σχέσεις μεταξύ των μελών της κοινωνίας. Κατ’ επέκταση, η επιστημονική γνώση

¹²² TARDE, G. D. & PARSONS, E. W. C. 1903. *The laws of imitation*, New York, H. Holt and company.

¹²³Michaelides P. G., Theologou K. 2010. "Tarde's influence on Schumpeter: technology and social evolution", *International Journal of Social Economics*, Vol. 37 Iss: 5 pp. 361 - 373

και οι θεωρίες, όπως και τα τεχνήματα της τεχνολογίας, ή αλλιώς όλο το περιεχόμενο της τεχνολογίας και της επιστήμης αποτελεί κοινωνική κατασκευή. Το διάσημο άρθρο των Trevor Pinch και Wiebe Bijker “The social construction of facts and artifacts” (1984) θεμελίωσε κατά κάποιο τρόπο την εφαρμογή της κοινωνικής κατασκευής στην τεχνολογία. Μέσα από την μελέτη της περίπτωσης του ποδηλάτου δείχνουν ότι οι διάφορες κοινωνικές ομάδες είναι εκείνες που κατευθύνουν την τεχνολογία και τελικά αποφασίζουν για το ποιές από αυτές θα υιοθετηθούν και ποιές όχι. Μάλιστα η επιρροή τους δεν σταματάει εκεί καθώς οι κοινωνικές ομάδες συνδιαμορφώνουν το τέχνημα, μέχρι εκείνο να πάρει την τελική μορφή, μαζί με τις εξειδικευμένες ομάδες των μηχανικών, των επιστημόνων κτλ. Όπως αναφέρουν χαρακτηριστικά «...βλέπουμε ότι η εφεύρεση του ασφαλούς ποδηλάτου δεν ήταν ένα μεμονωμένο γεγονός (1884), αλλά μια διαδικασία 19 ετών (1879-98). [...] Στο τέλος της περιόδου, η φράση «ασφαλές ποδήλατο» δήλωνε ένα χαμηλών τροχών ποδήλατο με πίσω κίνηση αλυσίδων, ρομβοειδές σκελετό και αερολάστιχα.»¹²⁴ Μέσα από αυτό που οι συγγραφείς ονομάζουν «ερμηνευτική ευελιξία» καταδεικνύουν το γεγονός της ρευστότητας, μιας πληθώρας επιλογών, στην αρχική φάση δημιουργίας ενός τεχνήματος το οποίο σταδιακά παίρνει την μορφή του αφού φορτιστεί από τις αξίες, τις ανάγκες και τα νοήματα που θα δώσουν σε αυτό οι χρήστες του. Εδώ βρίσκεται ένα σημαντικό σημείο αντίθεσης με τον τεχνολογικό ντετερμινισμό ο οποίος θεωρεί ότι η κάθε τεχνολογική φάση έρχεται ως φυσική συνέχεια της προηγούμενης μέσα σε ένα συγκεκριμένο, σε ένα βαθμό προβλέψιμο, αναγκαστικό δρόμο προόδου.

Οι συζητήσεις για την κατανόηση του ρόλου των τεχνημάτων στην ιστορία και την κοινωνία αλλά και των αλληλεπιδράσεων ανάμεσα σε αυτά και τους ανθρώπους συνεχίζονται με μεγάλο ενδιαφέρον. Οι, κατά κάποιο τρόπο, αντιδιαμετρικά αντίθετες προσεγγίσεις των θεωριών του ντετερμινισμού και του κονστρουκτιβισμού δημιουργούσαν ένα κενό το οποίο ήρθε να καλύψει μια

¹²⁴ Pinch, T.J & Bijker, W.E. Η κοινωνική κατασκευή των γεγονότων και των τεχνημάτων. 1984. στο: Ασημακόπουλος, Μ. (ed). 2013. Διαμορφώνοντας την τεχνολογία – Δομώντας την κοινωνία, Η κοινωνική κατασκευή των τεχνολογικών συστημάτων, μτφ. Αβραμόπουλος, Γ., Βογιατζής, Δ., Μορφάκης, Κ., Αθήνα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.. σ. 34

άλλη προσέγγιση, αυτή του «δικτύου δρώντων»¹²⁵. Ο Bruno Latour (1992) προχωράει στην σύνδεση μεταξύ των δύο άκρων (ανθρώπων και μηχανών) αποδίδοντας στις μηχανές και στα τεχνημάτα κοινωνικούς ρόλους δρώντων και μορφοποιών στοιχείων, παρόμοιες με αυτές που αποδίδονται στους ανθρώπους. Όπως αναφέρει χαρακτηριστικά:

«Αναμένω ότι οι κοινωνιολόγοι θα σταθούν πιο τυχεροί από τους κοσμολόγους, γιατί σύντομα θα ανακαλύψουν την μάζα που τους λείπει. Για να ισοσκελίσουμε τους λογαριασμούς που κάνουμε για την κοινωνία, πρέπει απλά να στρέψουμε την αποκλειστική προσοχή μας μακριά από τους ανθρώπους και να αντικρίσουμε επίσης και τα μη ανθρώπινα. Εδώ βρίσκονται οι κρυμμένες και περιφρονημένες κοινωνικές μάζες που συμπληρώνουν την ηθική μας. [...] Ό,τι έκαναν οι προπάτορές μας, οι ιδρυτές της κοινωνιολογίας, πριν από έναν αιώνα, για να στεγάσουν τις ανθρώπινες μάζες στον καμβά της κοινωνικής θεωρίας, το ίδιο οφείλουμε να κάνουμε τώρα, για να βρούμε μια θέση σε μια νέα κοινωνική θεωρία για τα μη ανθρώπινα πλήθη τα οποία μας εκλιπαρούν για κατανόηση»¹²⁶.

Μέσα από την μελέτη, λοιπόν, ενός κοινότυπου τεχνημάτος, μιας πόρτας, φανερώνεται μια διαδικασία κατά την οποία η προσπάθεια των ανθρώπων μετασηματίζεται μέσω της χρήσης της πόρτας. Αλλιώς, θα έπρεπε κάθε φορά που θα θέλαμε να διαβούμε από ένα τοίχο να τον γκρεμίζουμε και να τον ξανακτιζουμε. Με λίγα λόγια, πρόκειται για μια αντιστροφή δυνάμεων η οποία πρέπει αποτελεί βασικό στοιχείο για την κατανόηση της κοινωνικής κατασκευής των τεχνημάτων. Αυτή η λογική δημιουργεί και το κατάλληλο υπέδαφος έτσι ώστε να μπορούμε να φορτίσουμε τα τεχνημάτα, τους μη ανθρώπινους όπως αρέσει στον Latour να λέει, με υποχρεώσεις, αξίες και ηθικές. Με λίγα λόγια, η κοινωνία δεν αποτελείται από δύο ανεξάρτητες ομάδες σχέσεων, τις ανθρώπινες και τις μη ανθρώπινες, παρά άνθρωποι, μηχανές, και σύμβολα, δρουν ως ένα ενιαίο δίκτυο αλλάζοντας μεταξύ τους ρόλους, ή

¹²⁵ Την ιδέα αυτή πρωτοεισάγει ο Michel Callon στο άρθρο του “Society in the making : The study of Technology as a tool for Sociological analysis” (1987)

¹²⁶ Latour, B. Που είναι τα πλήθη που λείπουν; Η κοινωνιολογία μερικών κοινότοπων τεχνημάτων. 1992. στο: Ασημακόπουλος, Μ. (ed). 2013. Διαμορφώνοντας την τεχνολογία – Δομώντας την κοινωνία, Η κοινωνική κατασκευή των τεχνολογικών συστημάτων, μτφ. Αβραμόπουλος, Γ., Βογιατζής, Δ., Μορφάκης, Κ., Αθήνα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.. σ. 231

μετατοπίζοντας υπάρχουσες σχέσεις και γνώσεις. Σε παρόμοιο πνεύμα, ο Michel Callon (1984) προχωράει ακόμα παραπέρα διατυπώνοντας το επιχείρημα πως η μελέτη της τεχνολογίας μπορεί να αποτελέσει ένα ισχυρό κοινωνιολογικό εργαλείο για την κατανόηση της δυναμικής της τεχνολογίας. Μέσα από τη μελέτη ενός Γαλλικού σχεδίου για την ανάπτυξη του ηλεκτρικού αυτοκινήτου αποκαλύπτονται οι δυνάμεις που μπορούν να επηρεάσουν την τελική έκβαση. Το ενδιαφέρον βρίσκεται στο ότι οι μηχανικοί της EDF είχαν κατασκευάσει ένα πλαίσιο μέσα στο οποίο θα λειτουργούσε το ηλεκτρικό αυτοκίνητο. Αυτό το πλαίσιο περιλάμβανε τις νέες τεχνολογίες που έπρεπε να αναπτυχθούν, για παράδειγμα τις μπαταρίες, τους συσσωρευτές και άλλα, περιλάμβανε χρηματοδοτήσεις από πολιτικούς φορείς, την ανταπόκριση του κόσμου και τα κοινωνικά κινήματα κατά του παραδοσιακού αυτοκινήτου αλλά και τον υπαρκτό ανταγωνισμό από άλλες εταιρείες όπως η Ρενώ, που και αυτή είχε την θέση της στο νέο εγχείρημα. Δηλαδή, σύμφωνα με τον Callon, δρούσαν και ως μηχανικοί αλλά και ως κοινωνιολόγοι και οικονομολόγοι. Όμως, όπως φάνηκε από την έκβαση του εγχειρήματος, οι αντιστάσεις που παρουσίασαν τα τεχνικά κομμάτια και κυρίως η σχετική τεχνολογία με τον καταλύτη όπου παρουσιάστηκε το μεγαλύτερο πρόβλημα, αλλά και οι βαθιά ριζωμένες αντιλήψεις και αξίες του παραδοσιακού αυτοκινήτου, υπήρξαν καθοριστικές για την αρχή του τέλους για το ηλεκτρικό αυτοκίνητο. Όπως περιγράφεται στο άρθρο, «...οι μηχανικοί της Ρενώ, σε συμμαχία με ρυπαίνοντες καταλύτες, αποκατέστησαν πλήρως το παραδοσιακό αυτοκίνητο, παρότι αυτό υπέστη ορισμένες αδιόρατες αλλαγές (μόλυνε λιγότερο, χρησιμοποιούσε λιγότερο πετρέλαιο, κ.λπ.). Ταυτόχρονα, ανακατασκεύασαν την γαλλική κοινωνία με ένα διαφορετικό τρόπο.»¹²⁷.

Η ουδετερότητα της επιστήμης και της τεχνολογίας είναι ένα σημαντικό ζήτημα το οποίο δεν έχει πάψει να απασχολεί τις θεωρίες που διατυπώνονται και τις συζητήσεις που λαμβάνουν χώρα μεταξύ των φιλοσόφων και των επιστημόνων. Ο Melvin Kranzberg (1917 – 1995) στους έξι νόμους για την τεχνολογία που

¹²⁷ Callon, M. Κοινωνία εν κατασκευή: η μελέτη της τεχνολογίας ως εργαλείου κοινωνιολογικής ανάλυσης. 1987. στο: Ασημακόπουλος, Μ. (ed). 2013. Διαμορφώνοντας την τεχνολογία – Δομώντας την κοινωνία, Η κοινωνική κατασκευή των τεχνολογικών συστημάτων, μτφρ. Αβραμόπουλος, Γ., Βογιατζής, Δ., Μορφάκης, Κ., Αθήνα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.. σ. 143

διατύπωσε λέει χαρακτηριστικά: « Η Τεχνολογία δεν είναι ούτε καλή, ούτε κακή· ούτε και ουδέτερη.» Με αυτό, αφήνει να εννοηθεί πως η χρήση της τεχνολογίας είναι αυτή που την φορτίζει με θετικά, αρνητικά ή ουδέτερα στοιχεία. Εντούτοις, στο επόμενο υποκεφάλαιο θα εξετάσουμε απόψεις που διατείνονται πως πολλές φορές τα τεχνήματα είναι εγγενώς φορτισμένα με αξίες και μάλιστα έχουν ακόμα και πολιτικές ιδιότητες.

4.3. Τεχνολογία, πολιτική και ηθική

Στην σύγχρονη εποχή οι ρυθμοί ανάπτυξης της τεχνολογίας ξεπέρασαν κάθε προηγούμενο διαδραματίζοντας ένα σημαντικό ρόλο στην κοινωνική, οικονομική, και προσωπική ζωή. Η επίδραση όμως αυτής της μεγάλης μάζας τεχνολογικού περιεχομένου δεν σταμάτησε εκεί αλλά φανέρωσε την έντονη ανάγκη να συζητηθούν ζητήματα που μέχρι πρότινος αποφεύγονταν από τους παραδοσιακούς κύκλους, μιας και η επιστήμη αποτελούσε για αυτούς απλά μια διαδικασία για την απόκτηση πραγματικής γνώσης και η τεχνολογία το μέσο για την εφαρμογή της. Πολιτική, ηθική, και κοινωνικές αξίες δεν είχαν θέση εκεί. Όμως, η όλο και μεγαλύτερη δυνατότητα που αποκτάει ο άνθρωπος στο να σκαλίζει τα μυστικά του κόσμου, κάνει φανερή την ανάγκη επαναπροσδιορισμού. Πυρηνική ενέργεια, κλωνοποίηση, εικονική πραγματικότητα και διαδίκτυο, περιβαλλοντική κατάρρευση, διαστημικές προοπτικές, όλα αυτά τα θέματα δεν μπορούν να μην φορτίζονται κοινωνικά με πολιτικές, ηθικές ή ακόμα και θρησκευτικές προεκτάσεις. Ο Gunter Anders υποστηρίζει πως «όχι μόνο τα άτομα, αλλά και τα τεχνήματα δρουν σύμφωνα με νόμους ή αρχές. Η ηθική αρχή των πυρηνικών όπλων είναι η ολοκληρωτική καταστροφή.[...] τα πυρηνικά όπλα διακρίνονται από εγγενή παραλογισμό. Η ίδια η κατασκευή τους συνιστά μια αντίφαση.»¹²⁸.

Η κοινή διαίσθηση πως τα τεχνολογικά συστήματα, μικρά και μεγάλα, η τεχνολογία του πολέμου, οι επικοινωνίες, κτλ έχουν επηρεάσει την κατανομή των κοινωνικών δυνάμεων και τις σχέσεις των ανθρώπων είναι γεγονός·

¹²⁸ Mitcham, C. 2005. Η Τεχνολογική σκέψη – Το μονοπάτι μεταξύ μηχανοντεχνίας και φιλοσοφίας, μτφ. Κόκκινος, Χ., Νιάδας, Γ., Αθήνα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π. σ. 129

μάλιστα δεν ήταν λίγες οι φορές που νέες τεχνολογίες, π.χ το τηλέφωνο, η τηλεόραση και άλλες, θεωρήθηκε ότι οδηγούσαν τον κόσμο σε πιο δημοκρατικές και ελεύθερες κοινωνίες. Ένα ερώτημα όμως που φαίνεται να έχει αρκετό ενδιαφέρον είναι το αν τα τεχνήματα, τα τεχνολογικά συστήματα, και γενικά τα δημιουργήματα τις τεχνολογίας διαθέτουν εγγενή πολιτικά χαρακτηριστικά. Ο Langton Winner (1986) υποστηρίζει πως υπάρχουν τεχνήματα, ή τεχνολογικά συστήματα, που αποκτούν πολιτικές ιδιότητες καθώς χρησιμοποιούνται για να διευθετήσουν συγκεκριμένα ζητήματα κάποιας κοινωνίας και άλλα τεχνήματα ή τεχνολογικά συστήματα που διαθέτουν εγγενή πολιτικά χαρακτηριστικά. Οι ανισόπεδες διαβάσεις πάνω από τους δρόμους που οδηγούν στο Long Island της Νέας Υόρκης διαθέτουν “περίεργα” χαμηλό ύψος. Ο σχεδιασμός τους από τον μηχανικό Robert Moses, σύμφωνα με στοιχεία από την βιογραφία του, αντανakλούσε την κοινωνική του τάξη και τις φυλετικές διακρίσεις που αυτή κατά κύριο λόγο συντηρούσε, δηλαδή την τάξη του εύπορου λευκού πολίτη που μάλιστα διέθετε την δυνατότητα να συντηρεί ιδιωτικό αυτοκίνητο. Με άλλα λόγια, το χαμηλό ύψος των διαβάσεων καθιστούσε αδύνατη τη διέλευση των λεωφορείων, λόγω αυξημένου ύψους, αποκλείοντας έτσι τις κοινωνικές ομάδες που το χρησιμοποιούσαν όπως οι φτωχοί και οι μαύροι πολίτες¹²⁹. Ένα άλλο αντίστοιχο παράδειγμα, από τον ίδιο συγγραφέα, είναι η μηχανοποίηση στη συγκομιδή ντομάτας στην Καλιφόρνια. Μέσα από τις επιστημονικές και τεχνολογικές έρευνες του πανεπιστημίου της Καλιφόρνια αναπτύχθηκαν τεράστιες μηχανές για αυτοματοποιημένη συγκομιδή ντομάτας, κόστους 50000 δολαρίων έκαστη και μάλιστα λόγω του τρόπου λειτουργίας της μηχανής οι ερευνητές δημιούργησαν ένα νέο υβρίδιο ντομάτας, με πιο σκληρό κορμό, για να αντέχει στην μηχανική καταπόνηση, θυσιάζοντας βέβαια σε γεύση σε σχέση με τις παραδοσιακές ποικιλίες. Από έρευνες¹³⁰ που έγιναν αργότερα, αποδείχτηκε ότι η διαφορά κόστους της χειρωνακτικής συγκομιδής σε σχέση με την μηχανική ήταν πέντε με επτά δολάρια περισσότερα στον τόνο, δηλαδή καμίας σημασίας. Όμως, η αλλαγή που επήλθε στις κοινωνικές και εργασιακές σχέσεις ήταν κάτι

¹²⁹ Winner L. Do Artifacts Have Politics?. 1986. στο: JOHNSON, D. G. & WETMORE, J. M. 2009. *Technology and society : building our sociotechnical future*, Cambridge, Mass., MIT Press. σ. 212

¹³⁰ Schmitz A. & Seckler D. 1970. “Mechanized Agriculture and Social Welfare: The Case of the Tomato Harvester,” *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 52, p. 569–577

παραπάνω από μείζονα καθώς από 4000 τοματοπαραγωγούς το 1960 μειώθηκαν σε 600 μέσα σε λίγα χρόνια (1973) καθώς και χάθηκαν 32000 θέσεις εργασίας σε αυτόν τον κλάδο. Οι καλλιέργειες και η παραγωγή, αυξημένη μάλιστα μέχρι το 1973, συσσωρεύτηκαν στους πλούσιους μεγαλοκτηματίες που είχαν και την οικονομική δυνατότητα να εφαρμόσουν την μηχανική μέθοδο που περιγράφηκε εκτοπίζοντας τους μικρούς καλλιεργητές και τις τοπικές αγροτικές κοινωνίες. «Αυτό που βλέπουμε είναι ένας διαρκής κοινωνικός μετασχηματισμός μέσα στον οποίο η επιστημονική γνώση, η τεχνολογική καινοτομία και το επιχειρηματικό κέρδος, λειτουργούν υποστηρικτικά μεταξύ τους μέσα σε ένα πλαίσιο που φέρει την αδιαμφισβήτητη βούλα της πολιτικής και οικονομικής κυριαρχίας»¹³¹. Από την άλλη πλευρά, τα τεχνολογικά συστήματα δεν θα μπορούσαν να λειτουργήσουν χωρίς την αντίστοιχη κοινωνική και πολιτική κατανομή. Για παράδειγμα, οι μεγάλες βιομηχανίες παραγωγής ενέργειας, η κατανομή και διακίνηση των αγαθών στην σύγχρονη κοινωνία, οι βιομηχανίες υλικών, όλα αυτά τα τεχνολογικά συστήματα απαιτούν κάποιες ιδιαίτερες ανθρώπινες αλληλεπιδράσεις, ιεραρχίες, εξειδικευμένες γνώσεις και κατανομή εργασίας ως απαραίτητες προϋποθέσεις για να έχει νόημα όχι μόνο η εύρυθμη λειτουργία τους αλλά και η ύπαρξή τους. Άρα, το γεγονός ότι έχουν την δύναμη να καθορίζουν με τέτοιο τρόπο αυτές τις σχέσεις αποτελεί ένδειξη ότι είναι φορτισμένα με πολιτικά στοιχεία, ως κομμάτια της ίδιας της ύπαρξής τους.

4.3.1. Τεχνολογία και δημοκρατία

Όπως είδαμε, υπάρχουν πολιτικά νοήματα που είναι συνδεδεμένα με την τεχνολογία. Σίγουρα, ο σύγχρονος άνθρωπος έχει μια αρκετά απελευθερωμένη στάση απέναντι στις τεχνολογία σε σχέση με προηγούμενες ιστορικές φάσεις. Μάλιστα, πολλές φορές η ίδια η τεχνολογία κατασκευάστηκε στη συνείδηση του κόσμου ως εθνικό σύμβολο της δύναμης και της υπεροχής. Οι μνημειώδεις γέφυρες και το δέος μπροστά στου ουρανοξύστες αλλά και η

¹³¹ Winner L. Do Artifacts Have Politics?. 1986. στο: JOHNSON, D. G. & WETMORE, J. M. 2009. *Technology and society : building our sociotechnical future*, Cambridge, Mass., MIT Press. σ. 215

διαστημική τεχνολογία «ευνόησαν το αίσθημα ενότητας και μελλοντικού ενδεχόμενου πως υπάρχουν στοιχειώδη συστατικά για την επίτευξη της ηγεμονίας σε πολιτικό επίπεδο. Θαρρεί κανείς πως το κοινό των Η.Π.Α κατέληξε να εξαρτάται από την τεχνολογία, για να μπορεί κατά καιρούς να επιδεικνύει τη μεγαλοσύνη της Αμερικής»¹³². Η ανισοκατανομή του πλούτου και η συσσώρευση εξουσίας σε μεγάλα κέντρα ελέγχου, αποκομμένα από τους απλούς πολίτες, εγείρουν κάποια ερωτήματα πολιτικής και κοινωνικής φύσης. Θα μπορέσει η τεχνολογία να αποτελέσει απελευθερωτική δύναμη στα δεινά που μαστίζουν τον πλανήτη; Η ανάπτυξη και οι εφαρμογές της θα διευρύνουν ή θα συρρικνώσουν την κοινωνική δικαιοσύνη και την δημοκρατία; Αντλώντας στοιχεία από την Αθηναϊκή δημοκρατία του “Χρυσού Αιώνα” και ειδικά στα χρόνια του Περικλή, δεν μπορεί κανείς να μην ξεχωρίσει έννοιες όπως αυτές της ισονομίας, της ελευθερίας του λόγου, της άμεσης δημοκρατίας, της άρτιας ενημέρωσης των πολιτών και της πολιτικής ισότητας. Η εκκλησία του δήμου αποτελούσε την έκφραση της πραγματικής λαϊκής κυριαρχίας και όχι της κατ’επίφαση κυριαρχίας που βιώνουμε στις σύγχρονες αστικές αντιπροσωπευτικές δημοκρατίες. Μπορεί η τεχνολογία, να συνεισφέρει θετικά στην πραγματοποίηση αντίστοιχων αξιών σε μια σύγχρονη δημοκρατία; Αν πάρουμε το κομμάτι της ενημέρωσης και των πληροφοριών, σημείου νευραλγικού για την θεμελίωση δημοκρατικών αντιλήψεων, θα έρθουμε αντιμέτωποι με έννοιες όπως αυτή της πληροφοριακής μόλυνσης (info pollution). Δηλαδή, την συσσώρευση και διακίνηση άχρηστων ή λανθασμένων πληροφοριών που κατακλύζουν τους πολίτες και δημιουργούν αρνητικά αποτελέσματα στην κρίση τους. Επίσης, η συσσώρευση των μέσων ενημέρωσης στα χέρια των ιδίων κέντρων εξουσίας που ελέγχουν την οικονομία, την πολιτική και την τεχνολογία πάλι μόνο ερωτηματικά μπορεί να εγείρει για την ποιότητα και την αμεροληψία τους στην παρουσίαση της πληροφορίας. Μπορεί η τεχνολογία να οδηγηθεί σε μονοπάτια που θα την αναγκάσουν να υποβοηθήσει την κοινωνική ισότητα και την δημοκρατία; Το διαδίκτυο, μια από τις μεγαλύτερες εφευρέσεις στο τέλος του 20^{ου} αιώνα κατάφερε να ενώσει ανθρώπους από κάθε γωνιά του κόσμου.

¹³² PACEY, A. 2011. Τα Πολλαπλά Νοήματα της Τεχνολογίας, μτφ. Αλεξανδρή, Δ., Θεοχάρη, Χ., Θεσσαλονίκη, University Studio Press. σ. 148

Μήπως αυτή είναι η ευκαιρία μας για την ανάπτυξη μια νέας παγκόσμιας άμεσης δημοκρατίας, όπως την θεμελίωσαν οι αρχαίοι Αθηναίοι; Μένει να δούμε τι μας επιφυλάσσει ο 21^{ος} αιώνας και η ψηφιακή εποχή.

5. Συμπεράσματα

Η τεχνολογία, από την απαρχή της ανθρώπινης ύπαρξης, έπαιξε ένα καθοριστικό και θετικό ρόλο σε ένα σύνολο από σημαντικά θέματα. Η έμφυτη ανάγκη του ανθρώπου για επιβίωση, έκφραση, επικοινωνία, κατανόηση και εννοιοδότηση του κόσμου εκφράστηκε σε ένα μεγάλο βαθμό μέσα από τα τεχνολογικά επιτεύγματα της κάθε εποχής. Μέσα από την διαρκή πρόοδο το σώμα της τεχνολογικής γνώσης μεγενθύνεται και περιλαμβάνει όλο και περισσότερες συνδέσεις μεταξύ των στοιχείων που αποτελούν αυτή την γνώση. Αυτός είναι και ένας από τους λόγους που στη σύγχρονη εποχή αναπτύσσονται τεχνήματα και μεγάλα συστήματα τα οποία προϋποθέτουν ένα τεράστιο συνδυασμό τεχνολογικών επιτευγμάτων και γνώσης, όπως η κατασκευή ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή. Σημαντικό αποτελεί το γεγονός πως πολλές φορές οι τεχνολογικές ανακαλύψεις μπορούν να μετασχηματίσουν δραστικά τις κοινωνικές και τις οικονομικές δομές και να ανοίξουν δρόμους νέας γνώσης στους ανθρώπους. Αυτό συνέβει με την ανακάλυψη της γεωργίας, όπου φτάσαμε στο ύψιστης σημασίας δημιούργημα της πόλης, αλλά το ίδιο συνέβει και με την ανακάλυψη της ατμομηχανής που οδήγησε την ανθρωπότητα στην βιομηχανική επανάσταση και την σύγχρονη εποχή.

Η παρατήρηση του φυσικού κόσμου, σε συνδυασμό με την τεχνολογία και τις ανακαλύψεις που συνδέονται με αυτή, επηρέασαν και τον τρόπο που ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται και αλληλεπιδρά με τον κόσμο. Η φωτιά αποτελεί μια μεγάλη δύναμη μετασχηματισμού της ύλης, γεγονός που δεν μπορεί να περάσει απαρατήρητο, ακόμα και από τον πρώιμο άνθρωπο. Η εναλλαγή των εποχών, ο έναστρος ουρανός, η κυκλικότητα και η επαναληψιμότητα της φύσης, η γέννηση και ο θάνατος, όλα αυτά είναι φαινόμενα που σιγά σιγά ο άνθρωπος άρχισε, εκτός από το να τα βιώνει, να τα παρατηρεί και να προσπαθεί να τα εξηγήσει. Ίσως εκεί να βρίσκονται οι πρώτες ρίζες της επιστήμης. Στην αρχαία Ελλάδα, μέσα σε μια ακμάζουσα κοινωνία σε πολιτικό, οικονομικό και φιλοσοφικό επίπεδο, βρίσκεται η κοιτίδα της σύγχρονης επιστήμης όπως την θεμελίωσαν οι φιλόσοφοι και οι ερευνητές του 16^{ου} αιώνα και μετά. Η επιστημονική γνώση και πρακτική απέκτησε δεσπόζουσα θέση μιας και μέσω της επιστήμης θεωρήθηκε πως μπορούμε να πλησιάσουμε όσο πιο κοντά στην αλήθεια του κόσμου.

Έννοιες όπως η αντικειμενικότητα και η ορθολογικότητα έντυσαν την επιστήμη με αυτό το μανδύα της πραγματικής γνώσης. Στην πράξη όμως τα πράγματα είναι πολύ διαφορετικά μιας και ο επιστήμονας δεν παυεί να είναι πάνω από όλα άνθρωπος. Δεν είναι σπάνιο το φαινόμενο όπου στα πρόθυρα κάποιων μεγάλων, ή και μικρών, ανακαλύψεων επιστημονικές ομάδες ή και μεμονωμένα άτομα επιδίδονται σε ένα αγώνα δρόμου για το ποιός θα καρπωθεί τα εύσημα της ανακάλυψης. Υπάρχουν ακόμα και περιπτώσεις στημένων ερευνών και δολιοφθορών αλλά και διαμάχες για τα δικαιώματα ανακαλύψεων και ούτω καθεξής. Αυτά, αν και είναι απολύτως κατανοητά, απέχουν πολύ από την λευκή και αισεγγάδιαστη εικόνα της επιστήμης που έχτισαν οι φιλόσοφοι του 17^{ου}, 18^{ου}, και 19^{ου} αιώνα. Θα ήταν πολύ πιο γόνιμο να ενσωματωθούν μέσα στις αρχές κατανόησης της επιστήμης και της τεχνολογίας παράγοντες που είχαν κατά μεγάλο μέρος παραγκωνιστεί, όπως το συναίσθημα, το κίνητρο, οι αισθήσεις και η φαντασία και άλλοι τέτοιοι ανθρώπινοι, μη μετρήσιμοι παράγοντες. Πολλές από τις καταστάσεις με τις οποίες έρχεται αντιμέτωπος ο επιστήμονας, ο μηχανικός ή ο τεχνίτης απαιτούν μια επαγρύπνηση σε αυτούς τους τομείς. Η οξεία και “εκπαιδευμένη” όραση του Γαλιλαίου για την αποτελεσματική χρήση του τηλεσκοπίου, η διάγνωση που κατά κάποιο τρόπο “φαντάζεται” ο ακτινολόγος μέσα από ένα θολό και ιδιαίτερο τοπίο, η οξεία όσφρηση και η παρατηρητικότητα ενός καλού παθολόγου, οι οπτικές και νοητικές αναπαραστάσεις μέσα στο μυαλό ενός ικανού εφευρέτη, όλα αυτά αποτελούν ιδιαίτερες, βιοματικές πτυχές της επιστήμης και της τεχνολογίας που μπορούν να φανούν χρήσιμες σε μια πιο ολοκληρωμένη κατανόησή τους.

Τέλος, η τεχνολογία αποτέλεσε στο παρελθόν και αποτελεί ακόμα κινητήρια δύναμη ανάπτυξης της επιστήμης. Ειδικά στην σημερινή εποχή της επιστήμης μεγάλης κλίμας όπου απαιτούνται τεράστια ερευνητικά κέντρα με εξοπλισμό πέρα από κάθε φαντασία, η τεχνολογία παίζει ένα καθοριστικό ρόλο. Αλλά ακόμη και στην διεθνή συνεργασία μεταξύ επιστημονικών ομάδων, τις δημοσιεύσεις και τα περιοδικά παγκόσμιας κυκλοφορίας κτλ. η τεχνολογία κατέχει ένα σημαντικό ρόλο μέσω της ανάπτυξης του διαδικτύου. Θα μπορούσαμε να πούμε πως επιστήμη και τεχνολογία βρίσκονται πια άρρηκτα συνδεδεμένες μέσα σε ένα κοινό εννοιολογικό πλαίσιο. Η επιστήμη παράγει

τεχνολογία και η τεχνολογία παράγει επιστήμη. Ή αλλιώς, η θεωρία και η πρακτική είναι οι διαφορετικές όψεις του ίδιου νομίσματος.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση:

BOWLER, P. J. & MORUS, I. R. 2012. *Η ιστορία της νεότερης επιστήμης*, μτφ. Σπυροπούλου, Β., Ηράκλειο Κρήτης, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

CALLON, M. Κοινωνία εν κατασκευή: η μελέτη της τεχνολογίας ως εργαλείου κοινωνιολογικής ανάλυσης. 1987. στο: Ασημακόπουλος, Μ. (ed). 2013. Διαμορφώνοντας την τεχνολογία – Δομώντας την κοινωνία, Η κοινωνική κατασκευή των τεχνολογικών συστημάτων, μτφρ. Αβραμόπουλος, Γ., Βογιατζής, Δ., Μορφάκης, Κ., Αθήνα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.

HACKING, I. 2002. Αναπαριστώντας Παρεμβαίνοντας, Εισαγωγικά θέματα στην φιλοσοφία της φυσικής επιστήμης, μτφρ. Τσιαντούλας, Τ., Αθήνα. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Ε.Μ.Π.

HOLTON, G. J. & BRUSH, S. G. 2002. *Εισαγωγή στις έννοιες και τις θεωρίες της φυσικής επιστήμης*, μτφ. Μαρκολέφας, Η., Σκουρλά, Λ., Αθήνα: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.

KAHNEMAN, D. 2013. *Σκέψη, αργή και γρήγορη*, μτφ. Παπαδοπούλου, Β., Αθήνα, Κάτοπτρο.

LATOUR, B. Που είναι τα πλήθη που λείπουν; Η κοινωνιολογία μερικών κοινότοπων τεχνημάτων. 1992. στο: Ασημακόπουλος, Μ. (ed). 2013. Διαμορφώνοντας την τεχνολογία – Δομώντας την κοινωνία, Η κοινωνική κατασκευή των τεχνολογικών συστημάτων, μτφ. Αβραμόπουλος, Γ., Βογιατζής, Δ., Μορφάκης, Κ., Αθήνα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.

LINDBERG, D. C. 1997. *Οι Απαρχές της Δυτικής Επιστήμης*, μτφ. Μαρκολέφας, Η., Αθήνα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.

MITCHAM, C. 2005. Η Τεχνολογική σκέψη – Το μονοπάτι μεταξύ μηχανοντεχνίας και φιλοσοφίας, μτφ. Κόκκινος, Χ., Νιάδας, Γ., Αθήνα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.

PACEY, A. 2011. Τα Πολλαπλά Νοήματα της Τεχνολογίας, μτφ. Αλεξανδρή, Δ., Θεοχάρη, Χ. Θεσσαλονίκη, University Studio Press.

PINCH, T.J & BIJKER, W.E. Η κοινωνική κατασκευή των γεγονότων και των τεχνημάτων. 1984. στο: Ασημακόπουλος, Μ. (ed). 2013. Διαμορφώνοντας την τεχνολογία – Δομώντας την κοινωνία, Η κοινωνική κατασκευή των τεχνολογικών συστημάτων, μτφ. Αβραμόπουλος, Γ., Βογιατζής, Δ., Μορφάκης, Κ., Αθήνα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.

SACKS, O. 2011. Μουσικοφιλία, μτφ. Ποτάγας, Κ., Σπυράκου, Δ. , Α. Αθήνα, Εκδόσεις Άγρα.

SHAPIN, S. 2003. *Η Επιστημονική Επανάσταση*, μτφ. Καρκάνης, Η., Αθήνα, Κάτοπτρο.

WATSON, J. 2010. *Η διπλή Έλικα*. μτφ. Μιχαηλίδου, Υ., Αθήνα, Δημοσιογραφικός Οργανισμός Λαμπράκη.

ΑΙΣΧΥΛΟΣ. 2009. *Προμηθέας Δεσμώτης*. μτφ. Ι. Γρυπάρης, Αθήνα, εκδόσεις Ποντίκι.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ. *Μεταφυσικά*, Βιβλίο Πρώτο.

ΗΡΟΔΟΤΟΥ “Ιστορία”. 1992. μτφ. Ζενάκος, Λ., Αθήνα, εκδόσεις Γκοβόστη.

Λυκούρας, Γ. 2012. *Η προσέγγιση του π στον Όμηρο*, Αττική, Εκδόσεις Παρουσία.

Ξενόγλωσση:

ARTHUR, W. B. 2009. *The nature of technology : what it is and how it evolves*, New York, Free Press.

BABBAGE, C. & MOLL, G. 1970. *Reflections on the decline of science in England, and on some of its causes*, New York, A. M. Kelley.

BURNET, J. 1928. *Greek philosophy. Part I, Thales to Plato*, London, Macmillan and co., limited.

CALLON, M. 2001. “Four Models for the Dynamics of Science” στο: JASANOFF, S. & SOCIETY FOR SOCIAL STUDIES OF SCIENCE. 2001. *Handbook of science and technology studies*, Thousand Oaks, Calif. London, Sage Company.

DANCY, J., SOSA, E. & STEUP, M. 2010. A companion to epistemology, Chichester, West Sussex, U.K. ; Malden, MA, Wiley-Blackwell.

DARWIN, C. 1989. The descent of man, and selection in relation to sex, New York, New York University Press.

STUHLINGER, E. & ORDWAY, F.I. 1994. Wernher von Braun, Krieger Publishing
Engels on Historical Materialism, 1934. New International, Vol. I No. 3

GRANT, E. 2007. A history of natural philosophy: from the ancient world to the nineteenth century, New York, Cambridge University Press.

HADAMARD, J. 1945. An essay on the psychology of invention in the mathematical field, Princeton, Princeton University Press.

HARMAND, S., LEWIS, J.E., FEIBEL, C.S., LEPRE, C.J. 2015. "3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya." Nature, no 521. p. 310-315

HEILBRONER, L.R. 1967. Do machines make history? στο : SMITH, M. R. & MARX, L. 1994. Does technology drive history? : the dilemma of technological determinism, Cambridge, Mass., MIT Press.

HENRY, J. 1972. The papers of Joseph Henry (Vol. 1), Washington DC, Smithsonian Institution Press.

HINDLE, B. 1981. Emulation and invention, New York, New York University Press.

KUHN, T. S. 1970. The structure of scientific revolutions, Chicago, University of Chicago Press.

LANGLEY, P. 1987. Scientific discovery : computational explorations of the creative processes, Cambridge, Mass., MIT Press.

MARX, K. 1847. The Poverty of Philosophy, First published in Paris

MERTON, R. 1968. The Matthew Effect in Science: The reward and communication systems of science are considered., Science, vol. 159, p. 56-63.

MICHAELIDES, P. G., THEOLOGOU, K. 2010. "Tarde's influence on Schumpeter: technology and social evolution", International Journal of Social Economics, Vol. 37 Iss: 5, p. 361 – 373

MITHEN, S. 2009. The Music Instinct. Annals of the New York Academy of Sciences, vol. 1169, p. 3–12.

MOSZKOWSKI, A. 1972. Conversations with Einstein, London, Sidgwick & Jackson.

- NEWTON, I., 1686. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, Cambridge. Εισαγωγή.
- POINCARÉ, H. & HALSTED, G. B. 1907. *The value of science*, New York, Science Press.
- POPPER, K. R. 2002. *The logic of scientific discovery*, London, New York, Routledge.
- READ, J. 1995. *From alchemy to chemistry*, New York, Dover Publications.
- ROE, A. 1950. A study of imagery in research scientists, *Journal of Personality*.
- ROE, A. 1953. *The making of a scientist*, New York, Dodd.
- ROSS, W. D. 1995. *Aristotle*, London, New York, Routledge.
- SCHMITZ, A. & Seckler, D. 1970. "Mechanized Agriculture and Social Welfare: The Case of the Tomato Harvester," *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 52, p. 569–577
- Sir THOMSON, W. 1889. *Popular Lectures and Addresses*, London, MacMillan and CO.
- SMITH, M.R. 1994. *Technological Determinism in American Culture* στο : SMITH, M. R. & MARX, L. 1994. *Does technology drive history? : the dilemma of technological determinism*, Cambridge, Mass., MIT Press.
- TARDE, G. D. & PARSONS, E. W. C. 1903. *The laws of imitation*, New York, H. Holt and company.
- WHITEHEAD, A. N., GRIFFIN, D. R. & SHERBURNE, D. W. 1978. *Process and reality : an essay in cosmology*, New York, Free Press.
- WINNER, L. *Do Artifacts Have Politics?*. 1986. στο: JOHNSON, D. G. & WETMORE, J. M. 2009. *Technology and society : building our sociotechnical future*, Cambridge, Mass., MIT Press.
- ZIMAN, J. M. 1984. *An introduction to science studies : the philosophical and social aspects of science and technology*, Cambridge Cambridgeshire ; New York, Cambridge University Press.
- ZIMAN, J. M. 2000. *Real science : what it is, and what it means*, Cambridge ; New York, Cambridge University Press.

Διαδικτυακές πηγές:

<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/187279/energy-conversion/45921/Waterwheels>

(25/12/14)

Encyclopædia Britannica Online, s. v. "Stonehenge", (14/12/14)

<https://www.britannica.com/topic/Stonehenge>.

http://en.wikipedia.org/wiki/Drombeg_stone_circle (14/12/14)

<http://www.archaiologia.gr/wp-content/uploads/2011/07/50-2.pdf>

(16/10/2014)

http://odysseus.culture.gr/h/3/gh351.jsp?obj_id=2534 (16/10/2014)

http://en.wikipedia.org/wiki/Venus_of_Tan-Tan (10/12/14)

http://en.wikipedia.org/wiki/Venus_of_Berekhat_Ram (10/12/14)

<http://tvxs.gr/news/alles-texnes/spilaiografies-41000-eton> (10/12/14)

http://en.wikipedia.org/wiki/Paleolithic#Art_and_music (10/12/14)

<http://humanorigins.si.edu/evidence/human-family-tree> (14/12/2014)

<http://www.archaiologia.gr/wp-content/uploads/2011/07/50-2.pdf>

(16/10/2014)

http://odysseus.culture.gr/h/3/gh351.jsp?obj_id=2534 (16/10/2014)

Buchanan, R. A., 2014. History of technology. *Encyclopædia Britannica Online*.

πηγή: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/1350805/history-of-technology> (16/12/14)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Swing_\(jazz_performance_style\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Swing_(jazz_performance_style)) (13/1/15)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Flyboard> (19/1/15)

<http://oikonomouyorgos.blogspot.gr/2009/01/to-x.html> (13/1/15)

http://kosmologia.gr/philosophy_history/ARABES_2.htm (14/1/15)

<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/263243/Hermetic-writings#ref1198> (14/1/15)

Schickore, Jutta, "Scientific Discovery", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2014 Edition), Edward N. Zalta (ed.) :
<http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/scientific-discovery>
(25/1/15)

<http://www.theguardian.com/news/2002/jul/02/guardianobituaries.obituaries>
(2/2015)

<http://www.nytimes.com/2013/04/28/magazine/diederik-stapels-audacious-academic-fraud.html?pagewanted=all&r=1&> (2/2015)

http://www.nature.com/polopoly_fs/7.6716.1349271308!/suppinfoFile/Kahne%20Letter.pdf (2/2015)

<https://archive.org/stream/popularlecturesa01kelvuoft#page/n7/mode/2up>
(2/2015)

<http://www.britannica.com/technology/microscope> (25/8/15)

<https://www.marxists.org/history/etol/newspape/ni/vol01/no03/engels.htm#n4> (30/9/15)