

Το Πείραμα στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Κ.Μ. Γ016

Π.Τ.Δ.Ε. Ε.Κ.Π.Α.

Μάθημα Επιλογής Εαρινού Εξαμήνου

Διδάσκουσα: Χριστοπούλου Βασιλική

Περιεχόμενα Μαθήματος

Το μάθημα εξετάζει από ιστορική σκοπιά τη σημασία και το ρόλο του πειράματος στην επιστήμη, με σκοπό να αναδειχθούν συμπεράσματα που μπορούν να εμπλουτίσουν τις διδακτικές προσεγγίσεις σε σχέση με την επιστήμη. Το μάθημα εστιάζει στην ιστορία και την επιστημολογία του πειράματος, αναδεικνύοντας και μελετώντας ζητήματα όπως η επιστημονική μέθοδος, η σχέση της θεωρίας με το πείραμα, και η συμβολή των πειραμάτων στην παραγωγή της επιστημονικής γνώσης. Επίσης στο πλαίσιο του μαθήματος εξετάζεται η αλληλεπίδραση της ανάπτυξης των πειραματικών τεχνικών με τις κοινωνικο-πολιτισμικές συνθήκες, όπως και τα διαφορετικά είδη πειραμάτων.

Εισαγωγή

- Επιστημονική Επανάσταση.
- Ιστορία ιδεών vs ιστορία ανθρώπινων πρακτικών.
- Ανάδυση πειραματικών πρακτικών 17ο αιώνα.
- Επιστημονική Μέθοδος.
- Πειραματισμός στο έργο του Γαλιλαίου, Bacon και Boyle.
- Αλλαγή εννοιών.

Επιστημονική Επανάσταση

“[...] η αλλαγή επέρχεται στην αρχή όχι από νέες παρατηρήσεις ή πρόσθετες μαρτυρίες, αλλά από μεταθέσεις εννοιών στο πνεύμα των επιστημόνων. Σχετικά με αυτό, δεν είναι άσκοπο να σημειώσουμε ότι από όλα τα είδη πνευματικής δραστηριότητας το δυσκολότερο να εμψυγηθεί, ακόμα και στο πνεύμα των νέων που υποτίθεται ότι δεν έχασε την ευελιξία του, είναι η τέχνη του χειρισμού της ίδιας ομάδας δεδομένων όπως πρωτύτερα, τοποθετώντας τα όμως σε ένα καινούργιο σύστημα σχέσεων μεταξύ τους, δίνοντας τους ένα διαφορετικό πλαίσιο, πράγμα που είναι σαν να έχεις προσωρινά ένα διαφορετικό μηχανισμό σκέψης.”

Butterfield H. (1980) “Η καταγωγή της Σύγχρονης Επιστήμης (1300-1800)”

- Με τον όρο “Επιστημονική Επανάσταση” περιγράφονται τα ιστορικά γεγονότα που εκτυλίχθηκαν από τα μέσα του 16ου αιώνα ως τα τέλη του 17ου και οδήγησαν στην επαναστατική μεταλλαγή της κατανόησης της φύσης, απορρίπτοντας δόγματα που κυριάρχησαν από την αρχαιότητα και το μεσαίωνα.

Κατά τον Alexander Koyré, η Επιστημονική Επανάσταση είχε δύο βασικά χαρακτηριστικά:

- την καταστροφή της παλιάς εικόνας του κόσμου
- τη γεωμετρικοποίηση του χώρου
- Είναι καθολικά αποδεκτό ότι έλαβε χώρα η “Επιστημονική Επανάσταση”;

Ιστορία ιδεών vs ιστορία ανθρώπινων πρακτικών

- Η ιστορία των επιστημών παρουσιάζεται συχνά ως ιστορία ιδεών, θεωριών και σωστών βημάτων που προτάθηκαν από ευφυείς ανθρώπους στο διανοητικό χώρο και οδήγησαν στις επιστήμες του σήμερα.
- Είναι όμως η ιστορία ανθρώπινων πρακτικών που τοποθετούνται όχι σε έναν αόριστο διανοητικό χώρο αλλά εντός ενός συγκεκριμένου πλαισίου, όχι μόνο γνωστικού αλλά και κοινωνικού.
- Ακόμα, συχνά παρουσιάζονται μόνο οι σωστές θεωρίες που προτάθηκαν, τα σωστά βήματα ή οι σωστές πλευρές του έργου των ερευνητών, αποκρύπτοντας συχνά τις λάθος θεωρίες που πρότειναν ή τη συνολική τους αντίληψη για τη φύση και την επιστήμη. Παραδείγματα: αλχημικά χειρόγραφα Νεύτωνα, Πνευματισμός τον 19ο αιώνα κ.α.

Ο Francis Bacon και η επιστημονική μέθοδος

Ο Φράνσις Μπέικον (Francis Bacon, 1561-1626) ήταν Άγγλος φιλόσοφος, πολιτικός και στοχαστής που θεωρείται ένας από τους θεμελιωτές της σύγχρονης επιστημονικής μεθόδου. Ανέπτυξε μια εμπειρική και επαγωγική προσέγγιση στη γνώση, η οποία θεωρείται η βάση για τη σύγχρονη επιστημονική σκέψη.

- Πριν τον 17ο αιώνα: Η γνώση για τη φύση και η φυσική φιλοσοφία στηριζόταν στην αριστοτελική λογική και συλλογιστική και στις παραδόσεις (την αυθεντία) των αρχαίων κειμένων.
- Ο Bacon προτείνει την επαγωγική μέθοδο, την οποία ήθελε να αναγάγει σε ένα σύνολο κανόνων. Για τον Bacon οι άνθρωποι που επιθυμούσαν να πετύχουν κάτι καινούργιο χρειαζόντουσαν μια νέα πρακτική, στρατηγική. Υποστήριζε τον πειραματικό προσανατολισμό ενάντι του τυχαίου.
- Στο βιβλίο του *Novum Organum* (1620), ο Μπέικον περιγράφει τη νέα επιστημονική μέθοδο και παρουσιάζει τα τέσσερα είδη «Ειδώλων» (Idola), δηλαδή γνωστικά σφάλματα που εμποδίζουν την αληθινή γνώση.
Δεν υποστήριζε έναν καθαρό εμπειρισμό, αφού οι καθαροί εμπειριστές απλά συσσωρεύουν στοιχεία. Οι φυσικοί φιλόσοφοι θα έπρεπε να μεταπλάθουν το υλικό που συλλέγουν.
- Δεν δημιούργησε “βακωνιστές φιλοσόφους” οι οποίοι υιοθέτησαν αυτούσιο το σύστημα του, αλλά το έργο του επηρέασε πολλούς φιλοσόφους που δεν είχαν διαβάσει ποτέ ολόκληρο το έργο του.
- Παραγνώρισε την ανάγκη των μαθηματικών και ειδικά της Γεωμετρίας.

Το έργο του Γαλιλαίου

Ο Βασον επικεντρώθηκε περισσότερο στη φιλοσοφία της επιστήμης, προτείνοντας ένα γενικό θεωρητικό πλαίσιο για τη γνώση.

Ο Γαλιλαίος ήταν κυρίως πειραματιστής και μαθηματικός, εφαρμόζοντας πρακτικά την επιστημονική μέθοδο.

- Αριστοτέλης και η κίνηση των σωμάτων.

Ο Γαλιλαίος υποστήριξε:

- τη χρήση μαθηματικών για την κατανόηση της φύσης.
- τον πειραματικό έλεγχο.

- ο νόμος της ελεύθερης πτώσης
- η έννοια της αδράνειας
- μέτρηση του χρόνου
- προβλήματα κίνησης
- τηλεσκόπιο στον ουρανό



Galileo Galilei (1564-1642)



Έκανε πράγματι πειράματα ο Γαλιλαίος;

Χρησιμοποίησε σε αυτά τον Πύργο της Πίζας;



Ο Robert Boyle και το πείραμα

Ο Robert Boyle (1627-1691) θεωρείται ένας από τους θεμελιωτές της σύγχρονης χημείας, ενώ έχει χαρακτηριστεί ως “πρώτος σύγχρονος χημικός.” Ο Robert Boyle επιχείρησε να συνδέσει χημική πρακτική με το φυσικό φιλοσοφία, Οι επιδιώξεις του είχαν επιστημονικό προσανατολισμό.

- Μέχρι τον 17ο αιώνα, η επιστήμη των αερίων ήταν ακόμα ασαφής. Οι αρχαίοι φιλόσοφοι, όπως ο Αριστοτέλης, θεωρούσαν τον αέρα ένα από τα τέσσερα θεμελιώδη στοιχεία της φύσης. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της Αναγέννησης και της Επιστημονικής Επανάστασης, η άποψη αυτή άρχισε να αμφισβητείται.
- Ο Boyle επηρεάστηκε ιδιαίτερα από τον Γαλιλαίο και τον Evangelista Torricelli, ο οποίος είχε αποδείξει ότι ο αέρας έχει βάρος και πίεση μέσω του πειράματός του με τον υδράργυρο. Επίσης, ο Boyle γνώριζε το έργο του Otto von Guericke, ο οποίος είχε δημιουργήσει αντλίες κενού και είχε δείξει ότι ο αέρας μπορούσε να αφαιρεθεί από ένα δοχείο.
- **Το Πείραμα του Boyle (1662):** Ο Boyle, σε συνεργασία με τον Robert Hooke, σχεδίασε ένα πείραμα για να μελετήσει τη συμπεριφορά των αερίων. Το πείραμα οδήγησε στην γνωστό σήμερα, νόμο του Boyle, $PV = \text{σταθ.}$, όταν η θερμοκρασία παραμένει σταθερή. Σε γενικότερο επίπεδο όμως επιβεβαίωσε τη σημασία της πειραματικής μεθόδου, εισήγαγε τις πρώτες μαθηματικές σχέσεις στη μελέτη των αερίων και επηρέασε σημαντικά για τους επόμενους μελετητές.