

METODO

SPERIMENTALE

Dalla fisica antica alla fisica contemporanea

La nascita della fisica moderna risale al XVII secolo con l'opera di due grandissimi studiosi: Galileo e Newton. I metodi di indagine da essi introdotti sono caratterizzati da un intreccio proficuo di "**induzione**" e "**deduzione**" nel senso che la sperimentazione e la successiva formulazione matematica dei risultati da essa raggiunti, costituiscono l'ossatura portante della ricerca scientifica.

La scienza moderna nasce, soprattutto ad opera di Galileo, come un moto di contrasto alla dinamica Aristotelica e, più in generale, come bisogno di liberarsi dal retaggio della cultura scientifica dell'antica Grecia. Lo sviluppo della conoscenza scientifica e, quindi, della fisica in particolare, subì, infatti, un periodo di arresto che durò più di un millennio e che occupò tutta l'epoca della dominazione Romana sul mondo e il periodo successivo alla caduta dell'impero che vide la nascita di tanti staterelli a ordinamento feudale che non costituirono certo degli esempi di spinta a qualsivoglia ricerca nel campo scientifico.

Ma come la fisica moderna non nasce dal nulla in quanto, anche se in forma di contrasto come già detto, si innesta in un campo di conoscenza lasciato in eredità dal mondo scientifico greco, anche quest'ultimo ereditò da civiltà precedenti (Egiziani, Babilonesi) basi di conoscenza fondamentali soprattutto nel campo della matematica e dell'astronomia.

Merito indiscutibile della cultura greca fu quello di liberare lo studio della natura dalle fantasie di ordine mitologico dando ad esso quel carattere di razionalità che guidò i successivi sviluppi del cammino scientifico e delle sue acquisizioni. Allo stesso modo, la scienza moderna poté dispiegarsi in tutte le sue potenzialità nel momento in cui ci si liberò dal dogmatismo di ordine religioso e filosofico che aveva imperato in forma dittatoriale

per tutto il Medio Evo. Gran merito del progresso della scienza in questo periodo è da attribuire al mondo Arabo e alle scuole scientifiche da esso fondate in molte città dell'impero che a partire dal VII secolo, venne ad estendersi in tutte le terre a sud del Mediterraneo e in Spagna.

Gli arabi furono artefici di progressi eccezionali nel campo delle conoscenze matematiche.

Essi inventarono l'Algebra, introdussero le "cifre arabe" destinate a sostituire il sistema farraginoso di numerazione dei Romani, si cimentarono nel campo dell'astronomia e della chimica anche se con scarsi risultati. La loro influenza sul futuro dal sapere scientifico è testimoniata in modo significativo dall'uso odierno di molti termini scientifici da essi introdotti: algebra, alcali, alcool ecc.

Per completare questo breve e sintetico itinerario storico c'è da dire, infine, che a partire dal '600 fino alla fine del XIX secolo, la fisica raggiunse quel quadro di conoscenza completa di tutti i fenomeni riguardanti la **meccanica, la termodinamica, l'elettromagnetismo, l'ottica, l'acustica** che costituisce la **fisica classica**. A partire da questa data e nei successivi primi decenni del ventesimo secolo, furono acquisite nuove e rivoluzionarie conoscenze (radioattività, relatività, meccanica quantistica ecc. ..) che hanno dato inizio all'era della **fisica contemporanea**.

Il primo fisico moderno: Galileo

Il grande merito di Galileo fu l'intuizione dell'enorme importanza della sperimentazione nell'indagine scientifica. Il suo metodo di approccio ai problemi è noto come **metodo sperimentale**. Si tratta di un metodo che partendo dalla osservazione dei fenomeni naturali ne arriva a formulare le leggi come risultato di reiterate sperimentazioni.

Tali leggi sono ritenute valide solo se possono ricevere una precisa formulazione matematica. Insieme alla sperimentazione, la matematica assume un ruolo chiave nel progresso delle conoscenze. Le conoscenze fisiche, infatti, registrano una forte crescita a partire dal 1700, a seguito

della nascita di nuove teorie matematiche che furono il frutto, in particolare, del lavoro di Cartesio, Newton e Leibniz (calcolo infinitesimale). Galileo non disponeva di un tale potente strumento di sintesi e di elaborazione (le nuove conoscenze matematiche), ciò nonostante la sua opera è costellata di successi strabilianti che sono testimonianza di una acutissima capacità di osservazione e di una genialità nell'approntare esperienze efficaci con strumenti limitatissimi. Si racconta ad esempio, che mentre assisteva ad una messa nel duomo di Pisa, la sua attenzione fu attratta dal modo di oscillare di un candelabro. Galileo, che non disponeva di un orologio a pulsante in quanto non era ancora stato inventato, misurò la durata di tale oscillazione servendosi del battito del proprio polso e scoprì che la durata delle oscillazioni del candelabro era sempre la stessa anche quando quest'ultime diminuivano di ampiezza. Tale constatazione costituì il punto di partenza dello studio del moto oscillatorio del pendolo.

Metodo sperimentale

Come già detto nell'introduzione, la nascita del metodo sperimentale (o metodo scientifico) è opera di Galileo.

Pur non avendo Galileo mai scritto uno specifico trattato sul procedimento da seguire per conoscere scientificamente la natura, il suo metodo di indagine è ricavabile indirettamente analizzando i procedimenti da lui messi in atto nel corso dei suoi studi.

Tale metodo conserva ancora oggi, nelle sue linee portanti, tutta la sua validità, ossia continua a rappresentare un punto di riferimento nel lavoro della ricerca scientifica. Esso può essere schematizzato in quattro fasi:

- 1) L'osservazione
- 2) L'esperienza (sperimentazione)
- 3) L'ipotesi (formulazione di un'ipotesi di legge)
- 4) La verifica (accertamento delle validità dell'ipotesi)

L'osservazione ci fornisce un primo livello di conoscenze dei fenomeni naturali. Con l'osservazione impariamo, ad esempio, che un sasso e una piuma cadono con modalità diverse, che una calamita attira un chiodo, che un raggio di luce viene riflesso da uno specchio ecc ... Ma tali conoscenze, come ben si comprende, sono delle semplici constatazioni che non ci consentono di

prevedere e controllare lo svolgimento dei fenomeni citati. Ad esempio, nel caso della caduta di un corpo, la semplice osservazione non ci mette in grado di sapere secondo quale legge un corpo varia la sua velocità di caduta in funzione dello spazio percorso o del tempo di caduta.

L'individuazione di una legge fisica avviene passando attraverso una ben precisa fase sperimentale.

Questa fase va affrontata dopo aver compiuto due operazioni (mentali) fondamentali:

- a) È necessario che lo sperimentatore abbandoni il punto di vista abituale sui fenomeni oggetto di studio e assuma un punto di vista rigorosamente quantitativo nel senso che saranno presi in esame solo quegli aspetti che possono essere misurati e, quindi, trattati come dati quantitativi.
- b) Occorre procedere in modo che l'evoluzione del fenomeno su cui si sperimenta non sia influenzato da una serie di fattori che ne condizionerebbero lo svolgimento.

Se, ad esempio, si volesse studiare la relazione tra gli spazi percorsi da una sferetta che cade e i tempi da essa impiegati a percorrerli, sarebbe necessario eliminare tutti i fattori che possano disturbare la libera caduta della sfera (eventuali ostacoli, un soffio di vento, la resistenza dell'aria ecc) Fissate tali condizioni preliminari, si realizza l'esperienza che nel nostro esempio consisterà nel far cadere la sferetta da altezze diverse e nel misurare sia tali altezze, sia i relativi tempi di caduta. Si opera, in tal modo, una raccolta di dati riguardanti la misurazione degli aspetti quantitativi dell'esperienza presa in considerazione.

L'analisi e l'interpretazione dei dati conduce alla formulazione dell'*ipotesi* di legge secondo cui si svolge il fenomeno studiato.

«Il procedimento logico che conduce il fisico dall'analisi e dall'interpretazione dei dati alla formulazione dell'ipotesi prende il nome di **induzione**».

Tale ipotesi va sottoposta alla *verifica sperimentale* con la quale si accerta se l'ipotesi formulata al termine dell'esperienza è valida oppure no.

Allo scopo, si ricavano dall'ipotesi una serie di conclusioni da confrontare con l'esito dell'esperienza.

«Il procedimento logico che conduce dall'ipotesi alle conclusioni prende il nome di **deduzione**». Poiché l'ipotesi è espressa in una formula matematica, la deduzione coincide con un procedimento di calcolo.

Una volta ricavate le conseguenze previste dall'ipotesi, il fisico passa alla fase sperimentale vera e propria.

A tale scopo riproduce il fenomeno in laboratorio e accerta se le situazioni previste dall'ipotesi si

realizzano oppure no.

Ad esempio, nel caso della caduta di un grave l'ipotesi matematica prevede che il corpo, trascorsi certi intervalli di tempo, abbia percorso certi spazi.

L'esperimento, ripetuto più volte, per diverse altezze, può mostrare che il corpo, trascorsi certi tempi, percorra effettivamente gli spazi previsti dall'ipotesi.

In tal caso l'ipotesi è *verificata* ed è trasformata in **legge**.

Al contrario, può accadere che le situazioni previste dall'ipotesi non si realizzino.

In tal caso l'ipotesi è considerata *falsa* e l'indagine deve ricominciare da capo.